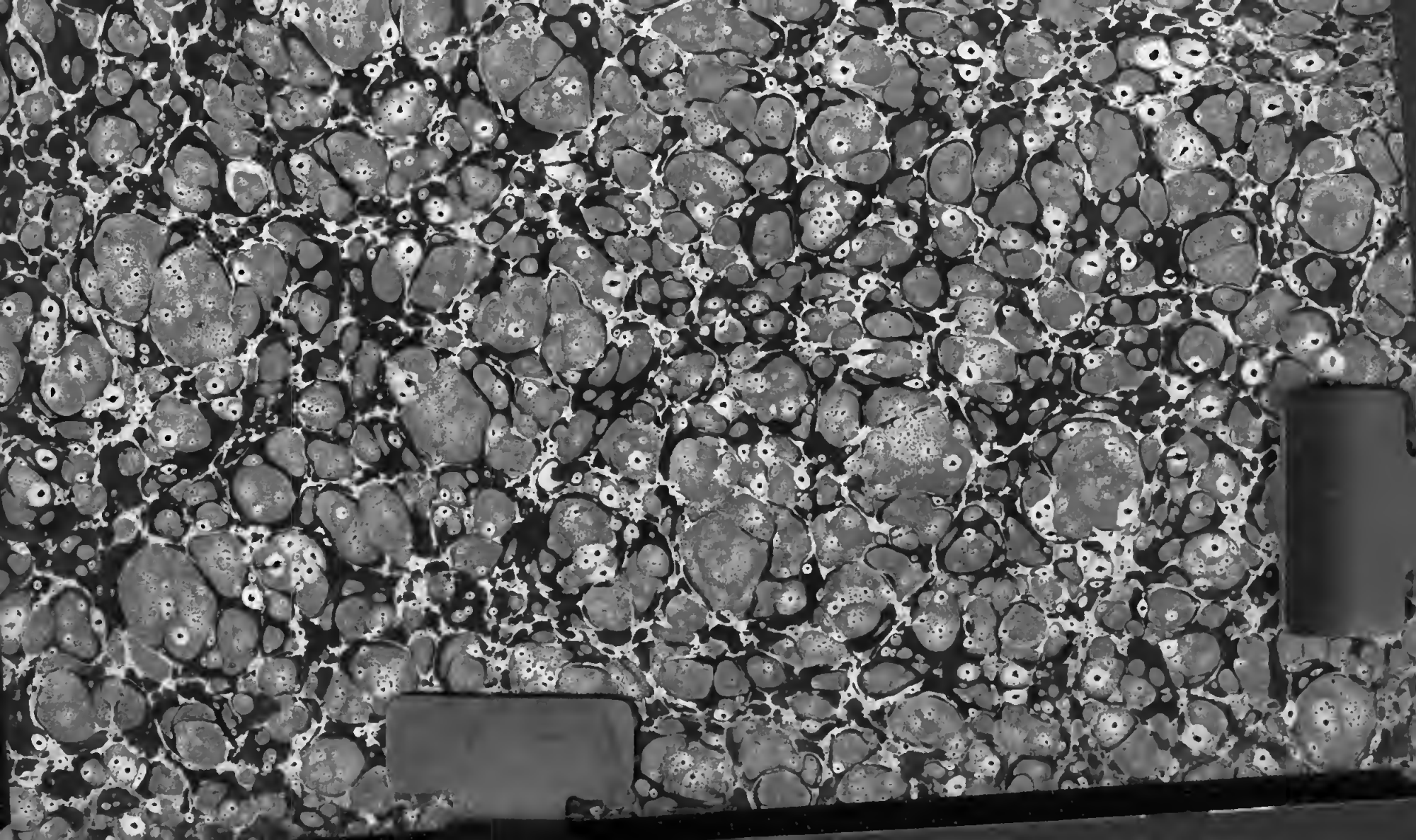
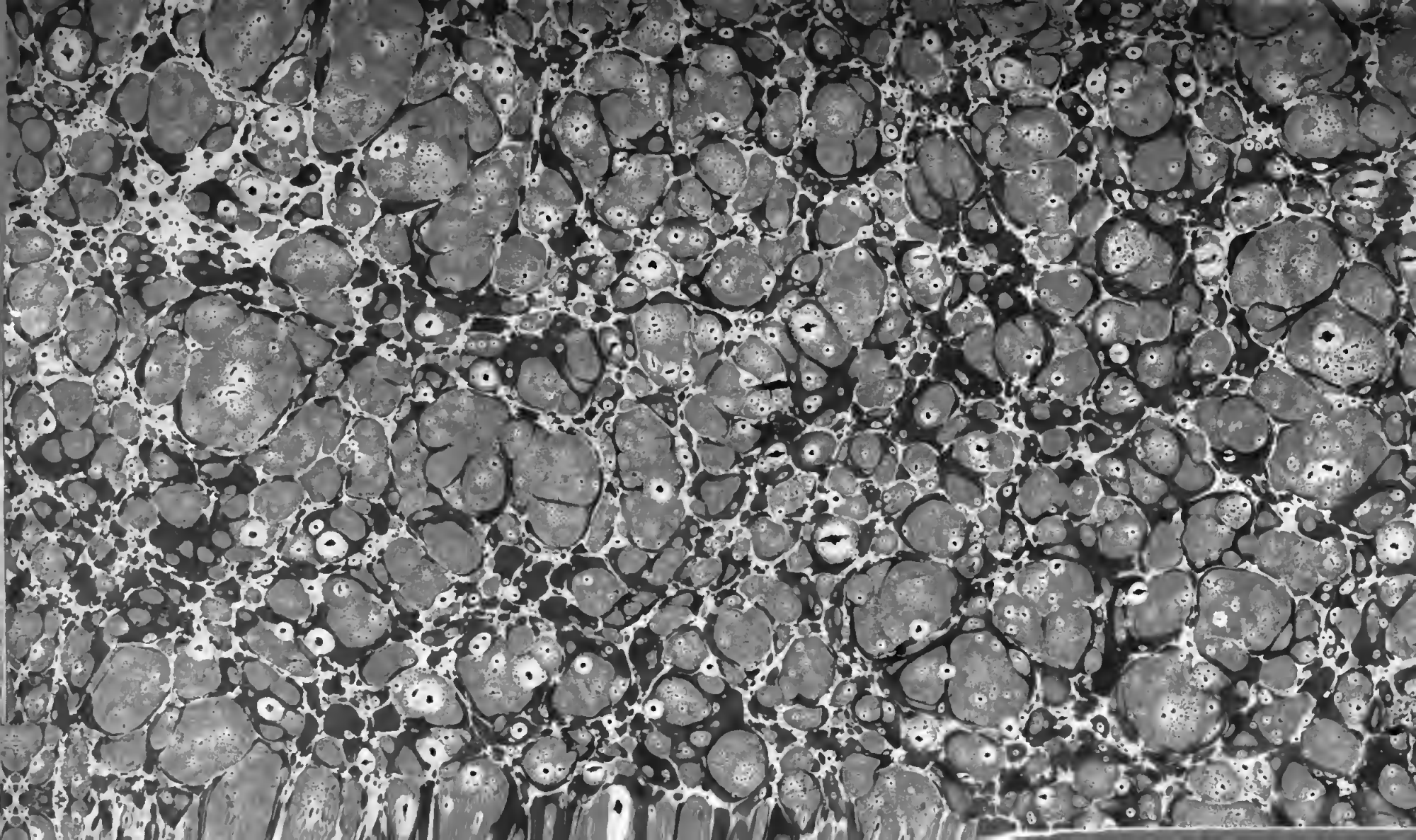




Physiologische Briefe

für

Gebildete aller Stände

von

Carl Vogt.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.

Gießen, 1854.
J. Ricker'sche Buchhandlung.

B°12. 3. 26.

Einleitung zur ersten Auflage.

Ein eigener Geist weht durch die Naturforschung unserer Tage. Wer so das Leben und Treiben innerhalb des großen Bienenhauses in der Nähe ansieht, der erstaunt ob des geschäftigen Brummens, des rastlosen Eifers der Arbeitenden, wie sie Honig und Wachs von allen Seiten herzutragen, einander drängen und stoßen, oft sogar sich gegenseitig ereifern und den Platz streitig machen. Dort erobert sich Einer eine Zelle, die er allein ausbauen will; hier führen ein paar Andere gemeinschaftlich ein Stück Wabe aus; diese schwitzen als Handlanger, jene ordnen als Baumeister, und nirgends scheint noch für kommende Kräfte Raum. Und die Hälfte dieser Zellen sind schadhaft, die einen unausgebaut, die anderen verlassen, jene wieder übermäßig ausgedehnt und der Beschauer mit Loupe und Vergrößerungsglas verliert sich unter den Einzelheiten all; er weiß nicht, wohin das Gewirre und Getreibe führen soll und geht kopfschüttelnd von dannen. In einiger Entfernung aber dreht er noch einmal sich um und nun gewahrt er die künstliche Anordnung der Waben, die sinnige Benutzung des angewiesenen Platzes, die regelrechte Verfolgung eines gewissen, vorgesteckten Planes. In ähnlicher Weise treiben die Naturwissenschaften vorwärts. Anhäufung unendlichen Materials von allen Seiten her und Anerkennung

dieſes Strebens nach Mehrung unſerer poſitiven Kenntniſſe bilden den weſentlichen Theil der Förderungen, welche ſie erhalten; aber gewiſſe Zielpunkte geben ſich überall kund, nach welchen man ſtrebt, um welche man, als Centren, die Maſſen zu gruppiren ſucht. Gerade das Aufſtecken ſolcher Zielpunkte, das Ordnen der neu zu beginnenden Unterſuchung iſt es, welches das naturwiſſenſchaftliche Streben unſerer Zeit auszeichnet, und es kann nur der Ausdruck einer allgemein verbreiteten Ueberzeugung ſein, wenn ein berühmter Chemiker ſagt: „Jede naturwiſſenſchaftliche Arbeit, welche einigermaßen den Stempel der Vollendung an ſich trägt, läßt ſich im Reſultate in wenig Worten wiedergeben. Allein dieſe wenigen Worte ſind unvergängliche Thatſachen, zu deren Auffindung zahlloſe Verſuche und Fragen erforderlich waren; die Arbeiten ſelbſt, die mühſamen Verſuche und verwickelten Apparate fallen der Vergeſſenheit anheim, ſobald nur die Wahrheit ermittelt iſt; es ſind die Leitern, die Schachte und Werkzeuge, welche nicht entbehrt werden konnten, um zu dem reichen Erzgange zu gelangen; es ſind die Stollen und Luftzüge, welche die Gruben von Waſſern und böſen Wettern frei halten. Eine jede, auch die kleinſte Arbeit, wenn ſie auf Beachtung Anſprüche macht, muß heut zu Tage dieſen Charakter an ſich tragen; aus einer gewiſſen Anzahl von Beobachtungen muß ein Schluß, gleichgültig, ob er viel oder wenig umfaſſe, gezogen werden können.“

Sind wir in der Phyſiologie ſo weit gekommen, daß wir dieſe Worte auch auf uns anwenden können? Haben wir die Geſetze des Lebens ſo weit erforſcht, daß wir ſagen können, wir beſitzen ſichere Reſultate? Die Antwort auf eine ſolche Frage iſt ſchwer. Bejahung könnte für Uebermuth, Verneinung für Mißachtung des Geſchehenen gehalten werden.

Die Aufgabe der Phyſiologie iſt verwickelter, als die irgend einer anderen Wiſſenſchaft. Iſt ja doch der Organismus an ſich, ſei er nun pflanzlich oder thieriſch, und vor Allem der letztere, das Meiſterſtück des ſchöpferiſchen Gedankens, und ſeine Exiſtenz, ſein Leben nur durch das Zuſammenwirken der mannichfachſten

Kräfte möglich. Die kunstreiche Anordnung des menschlichen Körpers im Aeußern wie im Innern, die Menge der verschiedenen Organe, welche wir an ihm sehen, das harmonische Ineinandergreifen seiner Muskeln, Gefäße und Nerven erscheinen noch als rohe Verhältnisse, wenn man mit dem Mikroskope in die Geheimnisse der Struktur unserer Körpertheile eindringt, wenn man die tausend und aber tausend Fäden untersucht, aus denen ein einziger Muskel, eine dünne Sehne gewebt ist, wenn die Millionen Kügelchen und Zellen der Oberhäute und Flüssigkeiten vor das erstaunte Auge treten, und in allen diesen kleinsten Theilen, deren Einzelnheiten oft selbst unsern vervollkommneten Instrumenten entgehen, eine Gesetzmäßigkeit des Baues, eine innere Zweckmäßigkeit erkannt wird, die bei dem Untersucher, der ihr gegenüber tritt, nur das Gefühl seiner Ohnmacht zurücklassen kann. Es ist wohl schon manchem begegnet, daß er kleinmüthig Messer und Loupe auf die Seite gelegt und seufzte: All unser Streben ist eitel und unser Wissen Stückwerk!

Indeß wenn auch Einzelne unter den Schwierigkeiten gebeugt werden, so sind diese doch für die Forscher im Ganzen mehr Reize zu größeren Anstrengungen. Nach allen Seiten hin sieht man sich um Hülfe in andern Wissenschaften um, und diese sind dann auch nicht karg, sie überall zu gewähren, wo sie vernünftiger Weise gefordert werden kann. Es hat der Physiologie unendlich viel Schaden gebracht, daß sie sich abschließen wollte, daß sie behauptete, das Leben kenne die Gesetze der anorganischen Natur nicht; es könne nur aus sich selbst und durch sich selbst begriffen werden. Mit solchen Ansichten war ferneren Fortschritten die Bahn abgeschnitten, denn wo man auf eine unerklärliche Thatsache, eine räthselhafte Erscheinung stieß, da war gleich die Eigenthümlichkeit der Lebenskraft, das unerforschliche Walten des organischen Lebens da, um die Wißbegierde aufzuhalten und ihr zu sagen: begnüge dich damit, daß das organische Leben nur seine eigenen Gesetze kennt. Erst seitdem man diese Richtung verlassen und angefangen hat, überall zuerst die Erscheinungen aus den analogen der anorganischen Natur zu erklären, und die

Geſetze, welche in dieſer letzteren gelten, auch in den Erſcheinungen des organiſchen Lebens aufzuſuchen ſich beſtrebt, erſt ſeit dieſer Zeit hat die Phyſiologie wahrhafte Fortſchritte in der Richtung gemacht, die wir oben bezeichneten. Und weit davon entfernt, in einen todten Mechanismus zu verfallen, wie man der neueren phyſiologiſchen Richtung ſo oft vorwarf, iſt ſie es gerade, welche uns zu der tiefſten Ehrerbietung vor den im organiſchen Reiche herrſchenden ſchöpferiſchen Gedanken zwingt. Wahrlich, wenn man dem Spiele der auf ſo einfache Art angewendeten Kräfte ſeine Aufmerkſamkeit widmet, wenn man ſieht, wie die Geſetze, welche die Bewegung des Weltalls und ſeiner Geſtirne regieren, auch bei unſeren Bewegungen ihre Anwendung finden, wie alle Reſſourcen, die nur erdacht werden können, mit unendlicher Weisheit an der Maſchine des Organismus angebracht ſind, dann wird man zur Verehrung des Planes hingeriſſen, der ſo folgerecht aus den einfachſten Urſachen die herrlichſten Wirkungen zu entwickeln vermag.

Dieſen einfachen Kräften und ihrem Spielraume in dem Organismus nachzuſpüren iſt die Aufgabe der Phyſiologie, der Lehre vom Leben. Zu ihrer Erforſchung wendet ſie theils die Beobachtung, theils den Verſuch an und jeder Fortſchritt in den hülfreichen Doctrinen kann nicht ohne Rückwirkung auf die phyſiologiſche Wiſſenſchaft bleiben. Der Phyſik entlehnt ſie die Erklärung der Bewegungen, der Sinneseindrücke. Bei ihr findet ſie die Geſetze des Pendels, nach welchen unſere in Bewegung geſetzten Glieder ſchwingen; bei ihr die Statik des Hebels, auf welcher die Erklärung der Bewegung unſerer Knochen beruhen. Bei der Phyſik holen wir uns Rath über die mechaniſche Seite des Kreislaufes, über die Thätigkeit des Herzens, der Gefäße; von dort aus erhalten wir unſere Reſultate über die optiſchen Geſetze des Auges, die akuſtiſchen Einrichtungen des Gehör- und Stimmorganes. Der Phyſik verdanken wir die wichtigen Thatſachen über die Anwendung des luftleeren Raumes bei der Conſtruktion unſerer Gelenke. Die Chemie öffnet noch ein weiteres Feld der Unterſuchung. Verdauung und Aufſaugung, Ernährung,

Abſonderung und Athmung, alle vegetativen Prozeſſe im Allgemeinen, welche die Erhaltung des Individuums bezwecken, alle dieſe Prozeſſe gehören dem Chemiker als gemeinſchaftliches Gebiet an und können nur mit ſeiner Beihülfe erläutert und verſtanden werden.

Den bedeutendſten Einfluß indeß hat das morphologiſche Studium der Organismen. Anatomie und Phyſiologie gehen mit einander Hand in Hand; die eine kann keinen Schritt vorwärts thun, ohne daß ihn die andere mit macht. Allein nicht blos die äußeren Verhältniſſe der Lage, Geſtalt und Verbindung der Theile unter einander kann dem Phyſiologen genügen. Der ganze Körper muß nicht nur für ihn, wie für den guten Chirurgen, durchſichtig ſein, ſo daß er die Lage der Theile kennt, er muß den Körper auch in ſeinen kleinſten Theilen vergrößert vor Augen ſehen, um einem jeden Blutkörperchen auf ſeinem Wege folgen, und einer jeden Nervenfaſer in ihren Schlingenzügen nachgehen zu können. Nur wenn er auf dieſem Punkte ſteht, nur dann kann er ſich zu wirklich freier Anſchauung der durch die morphologiſchen Verhältniſſe bedingten Umſtände erheben. Man hat das Mikroſkop viel und oft verdächtigt; man hat auf die Streitigkeiten hingewieſen, welche bei gewiſſen Unterſuchungen entſtanden, und namentlich diejenigen, welche keinen Begriff von dem Inſtrumente und ſeiner Behandlung hatten, ſchrieen am ärgſten ihr Verdammungsurtheil in die Welt hinein. Und dennoch wäre ohne dies unſchätzbare Inſtrument unſere ganze heutige Phyſiologie noch nicht einmal geboren, geſchweige denn in fröhlichem Wachsthum. Es gibt freilich nichts Vollkommenes auf Erden; allein wenn wir falſch ſehen, ſo liegt dies nicht an dem unſchuldigen Glaſe, ſondern an uns ſelbſt und an unſerer Interpretation des Geſehenen. Wie mancher bittere Streit iſt nicht über Dinge entſtanden, die nur mit den natürlichen Augen unterſucht waren und wo dennoch die größten Beobachtungsfehler mit unterliefen. Sollen wir deßhalb unſere Augen als unbrauchbar ausreißen oder wegwerfen?

Nicht minderen Eifer, als das Mikroſkop unter den ältereu

Bekennern der Wissenschaft, haben oft die physiologischen Versuche in dem Publikum erregt und es gibt wohl wenig Universitätsstädte, wo nicht der Professor der Physiologie die Angriffe der Anti-Thierqualvereine oder ihrer stillschweigenden Verehrer auszuhalten gehabt hätte. Der physiologische Versuch ist der nothwendige Prüfstein unserer Ansichten und die Gewandtheit im Experimentiren, die ein wesentliches Bedingniß für das Gelingen des Versuches ist, wird nur durch häufige Uebung errungen. Die Anstellung von Versuchen und Vivisektionen ist demnach dem wissenschaftlich thätigen Physiologen eben so unbedingt nöthig, als dem Astronomen das Betrachten des Himmels. Freilich hat man dieses Bedürfniß an einigen Orten ins Luxuriöse getrieben; wohl mancher wird sich erinnern, gewissen Vorlesungen in Frankreichs Hauptstadt beigewohnt zu haben, wo nach der Stunde der Professor von Dutzenden verstümmelter Thierleiber umgeben war und wo die Stärke des Beweises nach der Zahl der Schlachtopfer, die er gekostet, abgeschätzt wurde. Wir haben uns glücklicher Weise in Deutschland von solchen Extremen fern gehalten und wir benützen als Herren der Schöpfung unser Recht oder Unrecht über die Thiere mit mehr Mäßigung. Nichts desto weniger erkennen wir, namentlich für die nur während des Lebens statthabenden Prozesse der Nervenwirkungen und des Blutlaufes den Versuch, die Sektion und die Untersuchung lebender Thiere als eine unentbehrliche klare Quelle unserer Kenntnisse an.

Zwar springt uns eine solche auch in der Pathologie, in der Betrachtung der krankhaften Zustände des menschlichen Körpers; — allein leider fließt sie meist nur trübe. Man sollte glauben, es sei nichts leichter, als das Ziehen klarer physiologischer Schlüsse aus den krankhaften Erscheinungen. Man beobachtet diese oder jene Abweichung von dem Normalzustande, man entdeckt, welches Organ des Körpers dabei angegriffen und verletzt ist; — was natürlicher als nun zu schließen, daß die abnorme Funktion auch dem abnormen Organe angehöre? Allein die Natur stellt ihre Experimente nicht rein an, sie greift mehre Organe zugleich an oder, wenn nur ein einzelnes vorzugsweise leidet, so

wird durch die Organiſation des Körpers an ſich ſchon das Ganze in Mitleidenſchaft gezogen. Es gibt ein einziges Feld in der Phyſiologie, wo wir einzig und allein auf die aus der Pathologie zu entnehmenden Thatſachen angewieſen ſind. Dies iſt die Frage über den Zuſammenhang der Gehirntheile mit den Geiſtesthätigkeiten; eine Frage, die man unheilvoller Weiſe durch die ſogenannte Phrenologie ihrem wiſſenſchaftlichen Standpunkte entrückt und in das Gebiet des Charlatanismus hinüber gepflanzt hat. Den Einfluß des Gehirnes und ſeiner einzelnen Theile auf die Funktionen des Körpers können wir auch an Thieren unterſuchen; allein ein Hund, ein Kaninchen gibt uns keinen Aufſchluß über die Veränderungen, welche in ſeinen geiſtigen Fähigkeiten vorgehen, nachdem man ihm dieſen oder jenen Hirntheil weggenommen hat. Dies könnte einzig nur der Menſch und an dem darf nur die Natur allein experimentiren. Hirnkrankheiten, organiſche Fehler des Seelenorgans ſind nicht ſelten, ſie werden häufig von den Aerzten beobachtet; allein den Sitz der Desorganiſation kann man nur an den krankhaften Erſcheinungen erkennen, welche ſich im Körper zeigen, an den Lähmungen der einzelnen Körpertheile, niemals an den vorkommenden Störungen der Geiſtesfunktionen. Wir wiſſen durchaus nichts Poſitives, abſolut Nichts über die Beziehung der einzelnen Gehirntheile zu den Geiſtesthätigkeiten; in dem einzigen Punkte, wo die Pathologie auf ſich ſelbſt angewieſen war, hat ſie nichts geleiſtet. Darf man ſich wundern, wenn der Phyſiologe nur mit Mißtrauen ſich ihrer bedient?

Auf ſolchen Stützen nun, theils wankenden, theils ſicheren, ruht das Gebäude der Phyſiologie. Wir haben uns hier die Aufgabe geſtellt es zu durchwandern. Allein ſchon der größeren Zimmer findet ſich eine Legion; der kleinen dunkeln Kämmerchen nicht zu gedenken, die überall zerſtreut ſich anbauen. Sie alle zu beſuchen iſt eine Unmöglichkeit, noch weniger dürfen wir daran denken, den Schmuck der Zimmer, ihre mehr oder minder reiche Ausſtattung, uns näher ins Auge zu faſſen. Ein Menſchenleben würde hiezu nicht hinreichen.

Ich habe verſucht, in den nachfolgenden Briefen den Stand unſerer Wiſſenſchaft mit einzelnen ſkizzenartigen Zügen zu zeichnen. Nur die feſter begründeten Reſultate, nur die, ſo viel wir bis jetzt beurtheilen können, wahren Thatſachen durften hier eine Stätte finden und ſubjektive Anſichten mußten ſo viel möglich in den Hintergrund geſtellt werden. Die Art und Weiſe der Auffaſſung freilich wird für einen Jeden eine andere ſein; namentlich werden die aus den Thatſachen zu ziehenden allgemeinen Schlüſſe über Leben und Lebenskraft ſtets, je nach der Individualität des darüber Nachdenkenden, bei aller Anerkennung des Thatſächlichen, oft ſehr bedeutend abweichen. Es iſt unſere Sache nicht, dieſem Urtheile der Einzelnen vorzugreifen. Wir ſtehen vor dem Geſchwornengerichte der öffentlichen Meinung, wo unſere Thatſachen mit mehr oder minderem Scharfſinne gewogen und abgeurtheilt werden. Freilich gelingt es manchmal durch glänzende Beredſamkeit oder andere beſtechende Mittel, dieſe öffentliche Meinung zu gewinnen; allein lange Zeit hält ſolche Täuſchung nicht an. Die Wiſſenſchaft, ſollte man ſich auch hinter den Wällen einer todten Sprache verſchanzen, bringt doch allmählig in die große Menge ein und man wird bei aufmerkſamer Betrachtung ſtets finden, daß dieſe ſich über alle größeren wiſſenſchaftlichen Fragen ihre eigenthümliche unabhängige Anſicht bildet. Deßhalb habe ich auch nicht, wie es ſonſt wohl der Brauch iſt, allgemeine Grundbegriffe und Anſichten über die Wiſſenſchaft der Phyſiologie vorausſchicken mögen. Daß die Phyſiologie ſich mit dem Leben des Menſchen und mit deſſen Erſcheinungen befaßt und zwar vorzüglich das leibliche Leben im Auge behält, dies lehrt ſchon die Bedeutung des Wortes; was das Leben ſei und warum der Organismus lebe, das kann nicht von vornherein begriffen werden, ſondern ſo wie das Leben erſt das Reſultat aller einzelnen Funktionen der Körpertheile iſt, ſo muß auch ſeine Kenntniß erſt aus derjenigen aller einzelnen Verrichtungen hervorgehen.

Um die Darſtellung, welche für ein größeres Publikum berechnet ſein ſollte, ſo ſehr als möglich im objektiven Felde

zu halten, habe ich vermieden, Namen als Gewährsmänner der Thatsachen oder Ansichten anzuführen. Die Autoritäten haben nicht mehr das Gewicht wie früher; eine Thatsache gilt heut zu Tage nicht deßhalb, weil sie von diesem oder jenem Forscher ist aufgefunden worden, sondern darum weil sie wahr ist. Was auch hätte es geholfen, wenn ich hinter jedem Satze fast eine Reihe von Namen aufgeführt? Von Bär, Ch. Bell, Burdach, Edwards, Henle, Kürschner, Liebig, J. Müller, Magendie, Purkinjé, Tiedemann, Valentin, R. Wagner — alle diese Namen klingen überall in der Wissenschaft mit, wo man auch anklopfen möge; es sind die treuen Bergleute, welche mit Mühe und Schweiß, ja mit Hintansetzung ihrer Gesundheit das reine Gold aus den Schachten der Bergwerke hervorgeholt haben. Sollen wir die große Menge darum schelten, daß sie meist erst bei der Todesnachricht sich an ihre Koryphäen der Wissenschaft erinnert, und daß sie sie unter dem Drange der Zeitumstände schneller vergißt, als diejenigen, welche unmittelbareren Einfluß auf die Weltbegebenheiten hatten? Es mag genügen, die Namen einmal genannt zu haben; — stehen sie doch in dem goldenen Buche der Wissenschaft mit unauslöschlichen Zügen.

C. V.

Zur zweiten Auflage.

Zehn Jahre sind verflossen, seit ich die Worte schrieb, welche populären Briefen über die Physiologie zur Einleitung dienen sollten, über deren Veröffentlichung die Redaktion der allgemeinen Zeitung mit mir übereingekommen war. Die Arbeit wurde zu umfangreich und die Verlagshandlung beschloß sie als eigenes Werk herauszugeben, das, wenn ich mich nicht sehr täusche, mit vielem Beifalle aufgenommen wurde. Denn schon im Jahre 1847 wurde ich zur Vorbereitung einer neuen Auflage aufgefordert, deren Erscheinen indeß sich bis jetzt durch äußere Umstände verzögerte. Die Wissenschaft hat seit dieser Zeit nach allen Richtungen hin anerkennenswerthe Fortschritte gemacht. Dieselbe Thätigkeit, deren ich oben erwähnte, setzt sich vielleicht mit noch größerer Intensität fort, da die Fragen, je weiter man ins Einzelne dringt, um so schwieriger, die Beantwortung um so verwickelter wird. Von den Trägern der Wissenschaft, die ich damals nannte, wirken noch Einige in ungeschwächter Kraft fort, Andere sind gestorben, noch Andere verdorben. Ob in Folge der allgemeinen Erscheinung der rückschreitenden Metamorphose im höheren Alter, oder durch Einwirkung geistiger Fäulniß-Erreger von außen, will ich nicht weiter untersuchen. Eine Menge neuer Kräfte sind aufgetaucht, und namentlich hat die physikalische Schule auf den beschwerlichsten Wegen oft bedeutende Strecken zurückgelegt. Jeder Schritt vorwärts, der dort mit dem Mikroskope, hier mit der Wage oder der Magnetnadel

in der Hand gethan wird, erhellt ein Stück des Dunkels, welches ſich vor die geheimnißvollen Kräfte lagert, die man wie der Fürchtende die Geſpenſter deßhalb annimmt, weil man ſie nicht ſieht und nicht ſehen kann.

Das Verdienſt dieſes Werkchens, wenn es überhaupt welches hat, kann weder in der genauen Aufzählung ſämmtlicher Thatſachen, noch in der gleichmäßigen Durchdringung des Stoffes liegen. Wenn ich auch geſucht habe, ſo viel möglich ein Bild des Lebensprozeſſes im Ganzen zu geben, ſo mußte dieſer Verſuch doch deßhalb unvollkommen bleiben, weil die Vorausſetzungen, die ich mir von meinem Publikum machte, dadurch weit überſchritten wurden. In der urſprünglichen Naivität, in welcher ich zuerſt dieſe Briefe ſchrieb, hatte ich kaum eine Ahnung davon, in welche Kreiſe ſie eindringen würden. Ich wurde, oft zu meinem nicht geringen Erſtaunen, hie und da durch Fragen belehrt, daß Mancher ſich zu ihrem Verſtändniß abgemüht hatte, auf deſſen geringere Vorkenntniſſe ich wenig Rückſicht genommen. Unterdeſſen hat ſich die Grundlage, auf welcher dieſe Briefe wurzeln, in größere Breite und Tiefe ausgedehnt. Die Naturwiſſenſchaften haben in allen Zweigen Bearbeiter gefunden, welche die Wahrheiten in einfacher Sprache ſo darzuſtellen ſuchten, daß ſie auch ohne höhere Vorbildung begriffen und anerkannt werden konnten. Man iſt auf dieſe Weiſe an die Behandlung ſolcher wiſſenſchaftlicher Gegenſtände gewöhnt worden. Man hat ſich nach und nach die Schlußfolgerungen angeeignet, welche aus den Thatſachen mit innerlicher Nothwendigkeit abgeleitet werden müſſen. Man erſchrickt nicht mehr, wenn dieſe Schlußfolgerungen zu einer Erkenntniß führen, die mit der jetzigen Welteinrichtung in ſchneidendem Gegenſatze ſteht.

Die Grundſätze, welche auf der genauen Erforſchung der Thatſachen und der daraus abgeleiteten Naturgeſetze beruhen, haben ſeit dem Erſcheinen der erſten Auflage keine Aenderung erlitten. Sie ſind nur durch die Fülle neuen Stoffes, welcher von allen Seiten herangebracht wurde, neu gekräftigt und ſtärker geſtützt worden. Derjenige, der ſich die Mühe nehmen will,

früher und jetzt Gegebenes zu vergleichen, wird trotz gegnerischer Behauptung finden, daß Nichts in dieser Hinsicht geändert wurde; daß vielmehr das Ziel, welches schon damals gesteckt war, unverrückt dasselbe geblieben ist. Neue Streiter haben sich seither um dasselbe Banner geschaart, Manche vielleicht geweckt durch die Anregung, welche sie in diesen Briefen fanden. Wer weiter sich belehren, den Kreis der Thatsachen, auf die er fußen soll, erweitern, und sich so immer mehr in seinen Ansichten befestigen will, dem kann ich aus vollster Ueberzeugung die Werke von Moleschott in Heidelberg empfehlen. Der Leser des „Stoffwechsels", des „Kreislaufes des Lebens", der „Nahrungsmittel für das Volk" wird reiche Fülle der Thatsachen, anziehende Behandlung des Gegenstandes und strenge Folgerichtigkeit der gewonnenen Schlüsse sicherlich nicht vermissen.

So mögen denn auch diese Bogen hinauswandern und manchem Vortrefflichen nachstreben, das ihnen vorausgeeilt. Jeder trägt in seiner Weise bei zu dem Gemenge, welches, geläutert in dem Schmelztiegel des Volksbewußtseins, später als flüssiges Metall an das Licht tritt — glücklich, dessen Beitrag nicht ganz als schaumige Schlacke zurück bleibt, sondern sich sagen kann: Auch du hast deinen Antheil an ächtem Schrote und Korne.

Genf, den 1. Dezember 1853.

C. Vogt.

Erſte Abtheilung.

Das vegetative Leben.

Erſter Brief.

Der Kreislauf des Bluts.

Das Blut iſt der Träger alles individuellen Lebens. Ohne ſeine Vermittlung gibt es keine Neubildung, keine Metamorphoſe des Beſtehenden, keine regelrechte Zurückbildung des Ueberflüſſigen. Gleich dem Prinzipe des Lebens ſelbſt iſt das Blut in ewigem Umſchwunge, in raſtloſer Bewegung begriffen; — bis in die entfernteſten Theile des Körpers reckt ſich ſein Strom, überall ſind ihm Bahnen aufgeſchloſſen, welche es nach beſtimmten Geſetzen durchläuft, nach allen Seiten hin findet es Kanäle, durch welche es ſeine belebende Kraft den umliegenden Organtheilen mittheilt und ſeine Beſtandtheile mit den ihrigen austauſcht. Der Begriff des Kreislaufes, ſeine thatſächliche Exiſtenz ſind allmählig in das Volksbewußtſein übergegangen; — man ſpricht davon, wie wenn daran nicht gezweifelt werden könne; es iſt eine jener wenigen Wahrheiten, die ſich gleichſam durchgefiltert haben aus den wiſſenſchaftlichen Behältern und deren Beſtand man annimmt, ohne nach dem Beweiſe, ohne nach den Folgen zu fragen. Wie verhalten ſich die Gefäße und Kanäle, in denen das Blut kreiſt? Welche Kräfte ſind an ihnen thätig, und auf welche Weiſe wird dieſer ſtete Umlauf bedingt? Und welche Beſchaffenheit endlich zeigt das Blut ſelbſt, welche chemiſche Zuſammenſetzung iſt ihm eigenthümlich und wie läßt ſich aus all dieſen Verhältniſſen die Rolle erklären, welche das Gefäßſyſtem im Organismus ſpielt?

Daß das Herz der Mittelpunkt des Blutkreislaufes ſei, dies wiſſen wir Alle aus eigener Erfahrung. Von ihm aus geht ein Syſtem von Röhren nach allen Theilen des Körpers, ſich immer mehr veräſtelnd und verzweigend, bis wir endlich mit dem bloßen Auge den letzten dünnen Reiſerchen nicht mehr fol-

gen können. Von dieſen cylindriſchen Röhren, den Blutgefäßen, laſſen ſich ſchon äußeren Kennzeichen nach zwei Arten unterſcheiden. Die einen ſind feſt, elaſtiſch, bleiben gleich einer Gummiröhre ruud und offen, ſelbſt wenn ſie leer ſind oder durchſchnitten werden; das Blut ſtrömt in ihnen von dem Herzen weg nach den peripheriſchen Theilen des Körpers; — dieſe Röhren mit centrifugaler Richtung des Blutſtromes ſiud die Arterien oder Schlagadern. Die anderen Gefäße ſind dünnwaudiger, ſie fallen nach der Entleerung oder Durchſchneidung zuſammen; das Blut ſtrömt in ihnen von den peripheriſchen Theilen aus nach dem Herzen zu — wir nennen dieſe centripetalleitenden Kanäle die Venen oder Blutadern.

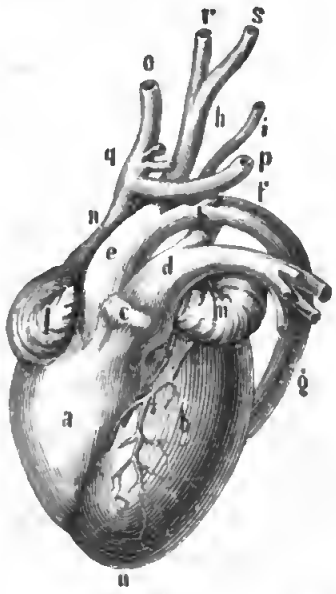


Fig. 1. Das Herz mit den Blutgefäßſtämmen von vorn. a. Rechte Kammer. b. Linke Kammer. c,d. Lungenſchlagader. e. Aorta oder große Körperſchlagader. f. Bogen der Aorta. g. Abſteigende Aorta. h. Gemeinſchaftlicher Stamm der r. rechten Schlüſſelbein- und s. rechten Halsarterie. i. Linke Halsarterie. k. Anfang der nicht weiter gezeichneten linken Schlüſſelbeinarterie. l. Rechte Vorkammer. m. Linke Vorkammer. n. Obere Hohlvene. q, o. Gemeinſchaftliche rechte Halsarmvene. p. Gemeinſchaftliche linke Halsarmvene. u. Spitze des Herzens.

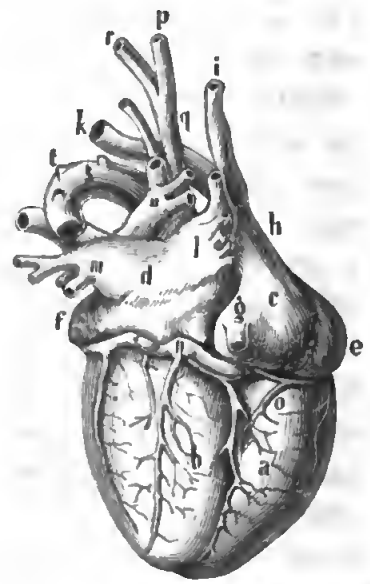


Fig. 2. Das Herz mit den Blutgefäßſtämmen von hinten. a. Rechte Kammer. b. Linke Kammer. c. Rechte Vorkammer. d. Linke Vorkammer. e. Rechtes Herzohr. f. Linkes Herzohr. g. Untere Hohlvene. h. Obere Hohlvene. i. Gemeinſchaftliche rechte Halsarmvene. k. Gemeinſchaftliche linke Halsarmvene. l. Rechte Lungenvene. m. Linke Lungenvene. n. Kranzvene des Herzens. o. Kranzarterie des Herzens. q. Gemeinſchaftlicher Stamm der p. rechten Schlüſſelbein- und r. rechten Halsarterie (Carotis). s. Bogen der Aorta. t. Urſprung der linken Schlüſſelbeinarterie. u. Lungenarterie.

Das Herz selbst ist ein hohler Muskel; ein nach unten zugespitzter Beutel mit dicken Wänden, die aus Muskelfasern gewoben sind, welche durch ihre Zusammenziehung den Beutel verengern und die darin enthaltene Flüssigkeit auspressen können. Eine innere Scheidewand theilt der Länge nach diesen Beutel in zwei Hälften, eine rechte und eine linke, und jede dieser Hälften ist wieder durch eine durchbrochene Querscheidewand in zwei Abtheilungen getheilt, welche mit einander durch die Oeffnungen der Querscheidewand in Communikation stehen. — Die Längsscheidewand zeigt keine solche Communikationsöffnung; zwischen rechter und linker Herzhälfte besteht keine Verbindung; das Blut in der einen kann sich nie mit demjenigen der andern Hälfte vermischen. Auf diese Weise ist das Herz in vier Abtheilungen zertheilt, deren jede mit Blutgefäßen in Communikation steht, die einen mit den zuführenden Venen, die anderen mit den wegführenden Arterien. Die ersteren heißen die Vorkammern oder Atrien, ihre Muskelwände sind gleich den Wänden der Venen schwächer, ihr Lumen größer als das der Kammern oder Ventrikel, welche sich durch starke Muskelschichten auszeichnen. Jede Herzhälfte hat demnach einen Vorhof und eine Kammer, welche mit einander durch weite Oeffnungen in der Querscheidewand, durch die sogenannten Atrioventrikularöffnungen in Verbindung stehen. Schon aus der Natur der einmündenden Gefäße kann man schließen, daß der Weg, welchen das Blut im Herzen nimmt, aus den Venen in die Vorkammern, von dort in die Kammern und aus diesen durch die Arterien hinausgeht. Die relative Muskelschwäche der Vorhöfe erklärt sich ebenfalls schon aus diesem Umstande; — sie haben das in ihnen angesammelte, von der Peripherie kommende Blut durch ihre Zusammenziehung nur in die Kammern zu treiben, wozu bei der Kürze des Wegs und der Weite der Communikationsöffnung gerade keine bedeutende Kraft gehört; während hingegen die Kammern einer bedeutenden Kraftentwicklung bedürfen, um ihre Blutmenge durch die engen Kanäle der Arterien

bis in die entfernteſten Gebiete ihrer beiderſeitigen Blutbahnen zu treiben. Die Richtung des Blutſtromes im Herzen wird durch ein äußerſt ſinnreiches Syſtem häutiger Klappen beſtimmt, welches namentlich in den Kammern in großer Vollkommenheit entwickelt iſt. Jede Herzabtheilung hat natürlich zwei Oeffnungen, eine, wodurch ſie mit den Gefäßen, eine andere, wodurch ſie mit der anderen Herzabtheilung derſelben Seite zuſammenhängt; ohne Klappen würde bei der Zuſammenziehung das Blut aus beiden Oeffnungen hinausgepreßt werden. An der Oeffnung zwiſchen je zwei Herzabtheilungen aber befindet ſich eine ſolche Klappe, wie ein Segel aus mehreren Zipfeln gebildet, deren Stellung in der Art angeordnet iſt, daß dem aus der Vorkammer her gepreßten Blute die Klappe ſich weit öffnet, während ſie im Momente ſich ſchließt, wo die Kammer ſich zuſammenzieht und das Blut gegen die Klappe antreibt.

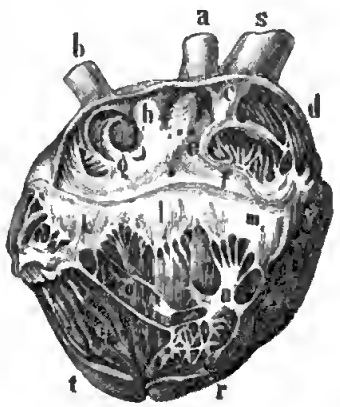


Fig. 3.

Das rechte Herz, aufgeſchnitten und ausgebreitet. a. Obere Hohlvene. b. Untere Hohlvene. c. Zwiſchenwand zwiſchen ihren Mündungen d. Vorkammerwandung. e. Mündungen der kleinen Herzbluladern. f. Herzohr. g. Untere Hohlvenenmündung. h. Lower'ſcher Wulſt. k, l, m. die drei Zipfel der Klappe. n. Warzenmuskeln. o. Scheidewand gegen die linke Kammer. p. Oeffnung der Lungenſchlagader. q. Balkenmuskeln. r, t. Kammerwandung. s Lungenſchlagader.

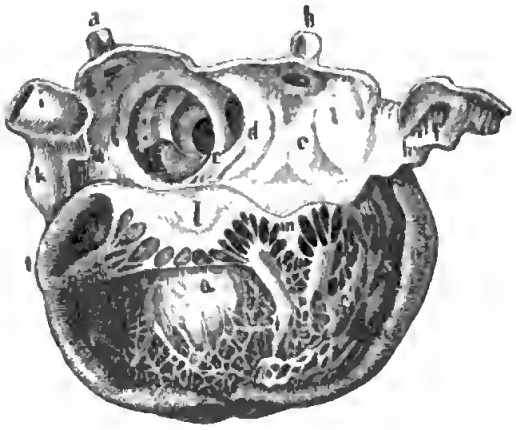


Fig. 4.

Das linke Herz ebenso behandelt. a, b. Linke Lungenvenen. c, d. Oeffnungen der rechten Lungenvenen. e. Scheidewand gegen die rechte Vorkammer. f. Herzohr. g. Ueberrest des eirunden Loches. h, i, k. Aufgeschnittene und zurückgeschlagene Theile der Vorkammerwand. l, m, n. Zipfel der Bischofsklappe. o, p. Warzenmuskeln. q. Scheidewand gegen die rechte Kammer. r, s. Fleischbalken. t, u. Kammerwandung.

Die Segelklappe in der rechten Herzhälfte zwischen Vorkammer und Kammer heißt die dreizipfelige Klappe, die in der linken Herzhälfte gelegene die zweizipfelige oder Bischofsklappe — beide bestehen aus dünnen Sehnenhäuten, an welche sich, an der Seite nach der Kammer zu, feine, oft bogenförmig geschlungene Sehnenfasern ansetzen, die von den Kammerwänden selbst ausgehen und mit Warzenmuskeln zusammenhängen, welche in die freie Herzhöhle hineinragen. Bei der Zusammenziehung der Kammern ziehen sich auch diese Warzenmuskeln zusammen, spannen durch ihre Sehnen wie durch Zugseile die häutigen Segel und beschleunigen so den Schluß derselben. Die freien Ränder der Segel rollen sich dann auf, legen sich an einander und schließen schon bei dem geringsten Drucke von der Kammer her die Oeffnung vollkommen — während sie im Augenblicke, wo dieser Druck nachläßt, sich öffnen und die Blutwelle vom Vorhofe her einströmen lassen. — Noch einfacher sind die Klappen an den Ursprüngen der beiden Hauptarterien, der Lungenschlagader und der Aorta. Hier finden sich die sogenannten halbmondförmigen Klappen, je drei Taschen-

ventile aus dünner Sehnenhaut mit freiem geradem Rande und bogenförmig angewachsener Basis. Der Bogenrand schaut nach dem Herzen, der freie Rand nach der Peripherie hin, die Ventile liegen an der Arterienwand an, wie die Taschen eines Kutschenschlages. Der aus den Kammern hervorgetriebene Blutstrom läuft vom angewachsenen gegen den freien Rand des Ventiles hin; er drückt also dieses an die Arterienwand an und rauscht ungehindert darüber weg. Der Rückprall der Blutwelle gegen die Kammer hin fängt sich in dem freien Rande, stellt das Ventil auf und schließt es, indem die Ränder der drei Klappen genau an einander passen.

Man hat durch Versuche nachgewiesen, daß es nur eines äußerst geringen Druckes bedarf, um die erwähnten Klappen zu stellen und zwar so zu stellen, daß sie auch nicht einen Tropfen Flüssigkeit durchlassen und vollkommen hermetisch schließen. Jeder kann sich davon leicht an dem Herzen eines frisch geschlachteten Thieres überzeugen. Man braucht nur Wasser aus einem Topfe in eine der großen Schlagadern zu gießen. Die geringe Kraft des Wasserstrahles reicht hin, die halbmondförmigen Klappen so zu schließen, daß auch nicht ein Tropfen Wasser in die Kammer gelangt. Führt man durch die Arterien eine Röhre ein und gießt Wasser in die Kammer, so kann man, bei aufgeschnittenen Vorhöfen, den Schluß der Segelklappen an den Kammeröffnungen beobachten. Viele unheilbare Herzkrankheiten beruhen auf krankhafter Veränderung der Segelklappen oder der Taschenventile, wodurch das Spiel derselben gehemmt, ihr Schluß unvollkommen und der Kreislauf unregelmäßig gemacht wird. Bei Veränderung der Segelklappen stürzt ein Theil des in der Kammer befindlichen Blutes, statt durch die Schlagadern ausgetrieben zu werden, in die Vorkammer zurück; bei unzureichendem Schluß der Taschenventile fließt das in die Schlagadern getriebene Blut wieder in die Kammer zurück.

So vollkommen die genannten Klappeneinrichtungen an den Mündungen der Kammern sind, so unvollkommen sind die

Vorrichtungen an den Einmündungen der Venen in die Vorhöfe. Ringmuskeln, welche die Einmündungsstellen durch Zusammenziehung verengen, Vorsprünge und Faltensäume sind zwar hier angebracht, aber nicht in so vollständiger Weise ausgebildet, um, wie bei den Kammern, den Rückprall des Blutes bei der Zusammenziehung gänzlich zu verhindern. Die Klappenvorrichtungen an beiden Oeffnungen der Kammern genügen indessen schon, um aus dem Herzen ein hydrostatisches Druckwerk mit Ventilen zu machen, welche dem Blutstrom die gehörige Richtung anweisen. So genau sind alle Kräfte an dieser wunderbaren Maschine berechnet, so harmonisch ihr Zusammenwirken, daß die geringsten Fehler an den Klappen schon Unordnungen des Auslaufes erzeugen, indem der vollkommene Schluß nicht mehr erzielt werden kann, während bei vollkommener Bildung der Klappen bis zu dem letzten matten Herzschlage noch Kraft genug im Herzen vorhanden ist, um die Klappen gehörig zu stellen und so dem Blutstrom seine Richtung anzuweisen. Denn man bedenke wohl, daß das Herz ohne Klappen nur eine bewegende Maschine sein würde, welche das Blut aus allen seinen Oeffnungen hinaustreiben, nicht aber in einer stets bestimmten Richtung einseitig forttreiben würde und daß nur die in rein mechanischer Weise angebrachten und spielenden Klappen es sind, welche die Richtung bestimmen und somit den Kreislauf und mit ihm das Leben ermöglichen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß stets die gleichnamigen Abtheilungen beider Herzhälften sich in demselben Zeitmomente zusammenziehen, daß die beiden Vorkammern sich contrahiren, während die Kammern sich ausdehnen, und daß hernach die Zusammenziehung beider Kammern mit gleichzeitiger Ausdehnung der Vorkammern verbunden ist. Bei der Zusammenziehung oder Systole der Kammern hebt sich die Herzspitze, indem sie sich zugleich etwas um ihre Achse dreht und gegen die Brustwand anschlägt, während sie bei der Ausdehnung oder Diastole der Kammern wieder in ihre vorige Lage zurücksinkt. Diese stete Ortsveränderung des Herzens wird dadurch möglich,

daß es, ohne weitere Befeſtigung als die durch die eintretenden Blutgefäße bedingte, frei in einem weiten Sacke mit glatten Wänden, dem Herzbeutel, aufgehängt iſt.

Jeder Herzſchlag, den wir fühlen, iſt demnach aus zwei Tempo's zuſammengeſetzt: der Erweiterung oder Diaſtole der Kammern, während welcher ſich die Vorkammern zuſammenziehen, und der Zuſammenziehung oder Syſtole der Kammern, während welcher ſich die Vorkammern ausdehnen. Bei der Kammerſyſtole ſind die Arterienklappen geöffnet und die Klappen an den Atrioventrikularöffnungen geſchloſſen, ſo daß das Blut in die Arterien eingetrieben wird, während ihm der Rückweg in die Vorhöfe verſchloſſen iſt; zugleich ſind die Vorhöfe weit ausgedehnt und das von außen her kommende Blut ſtrömt in die Vorhöfe ein. Unſere ſchematiſche Figur 5, S. 26 iſt auf dieſen Augenblick der Herzthätigkeit hin gezeichnet. Bei der Vorkammerſyſtole ſchließen ſich die Venenöffnungen ſo weit als möglich, um den Rückprall des Blutes in dieſer Richtung zu verhüten, während die Atrioventrikularöffnungen ſich aufthun, das Blut in die Kammern einzulaſſen und die Arterienklappen ſich ſchließen, und dem Rückſtrom des Blutes in die Kammer, welche ſich ausdehnt, Widerſtand leiſten.

Die Zuſammenziehung der Kammern wie der Vorkammern iſt mit beſonderer Tonentwicklung verbunden. Man braucht das Ohr nur an die Herzgegend eines lebenden Menſchen oder Thieres anzulegen, um dieſe Herztöne zu hören. Der erſte Herzton bildet ein längeres, dumpfes, ſtrömendes Rauſchen, er fällt mit der Kammerſyſtole zuſammen; der zweite Herzton folgt unmittelbar auf den erſten und iſt kurz, hell, klappend, er bezeichnet den Anfang der Zuſammenziehung der Vorhöfe. Während des dumpfen Rauſchens des erſten Herztones ſchlägt das Herz an die Bruſtwand an, und in normalem Zuſtande iſt es nicht möglich, einen Zeitintervall zwiſchen dem Anſchlagen des Herzens und dem erſten Tone zu finden. Die Entdeckung dieſer Hörbarkeit der Herztöne und ihrer äußerſt mannichfachen Veränderungen bei organiſchen Krankheiten des Herzens bezeichnet

eine neue Epoche in der Geschichte der Medizin. Das Verhältniß der Töne zu den Herzbewegungen und ihre physikalische Ursache aufzuklären, hat man die mannichfachste Mühe verwendet und es ist kein Theil des Herzens, dem man nicht einige oder alle Mithülfe an ihrer Entstehung zuwenden wollte. Die Zusammenziehung der Muskelfasern des Herzens, das Einschießen der Blutwellen in die geöffneten Herzräume, die Reibung derselben an den Herzwänden, alle diese Momente wurden, aber vergebens, zu Hülfe genommen. Jetzt scheint man sich endlich dahin verständigt zu haben, daß die Herztöne Klappentöne sind, daß sie vom Anschlagen der Blutwellen an die sich stellenden Klappen herrühren und daß ihre Verschiedenheit eben in der verschiedenen Größe und Anordnung der Klappen besteht. Der erste länger gehaltene dumpfe Ton würde die Schließung der großen, segelförmigen Klappen der Atrioventrikularöffnungen, der zweite diejenige der kleineren taschenförmigen Arterienventile bezeichnen.

Verfolgen wir nun die allgemeine Bahn des Kreislaufes, indem wir von der linken Kammer aus dem Strome des Blutes nachgehen. Durch eine mit halbmondförmigen Taschenventilen besetzte Oeffnung tritt das Blut in die große Körperschlagader, die Aorta, ein, und vertheilt sich durch alle Aeste und Zweige derselben in alle Theile des Körpers.

In unsrer schematischen Figur (Fig. 5, S. 26) haben wir diesen Körperstrom dargestellt, wie wenn er sich in zwei Ströme theilte, einen (b) für die obere, einen anderen (d) für die untere Körperhälfte — der eine versorgt Kopf, Hals und Arme, der andere den Rumpf und die unteren Extremitäten mit Blut. In der Natur ist diese Theilung nicht vollkommen streng durchgeführt, wenn auch die großen Halsschlagadern (Carotiden) wesentlich den Kopf, die Schlüsselbeinadern (Subclaviae) die Arme, und die untere Aorta den übrigen Körper durch ihre Aeste, Zweige und Zweiglein versorgen.

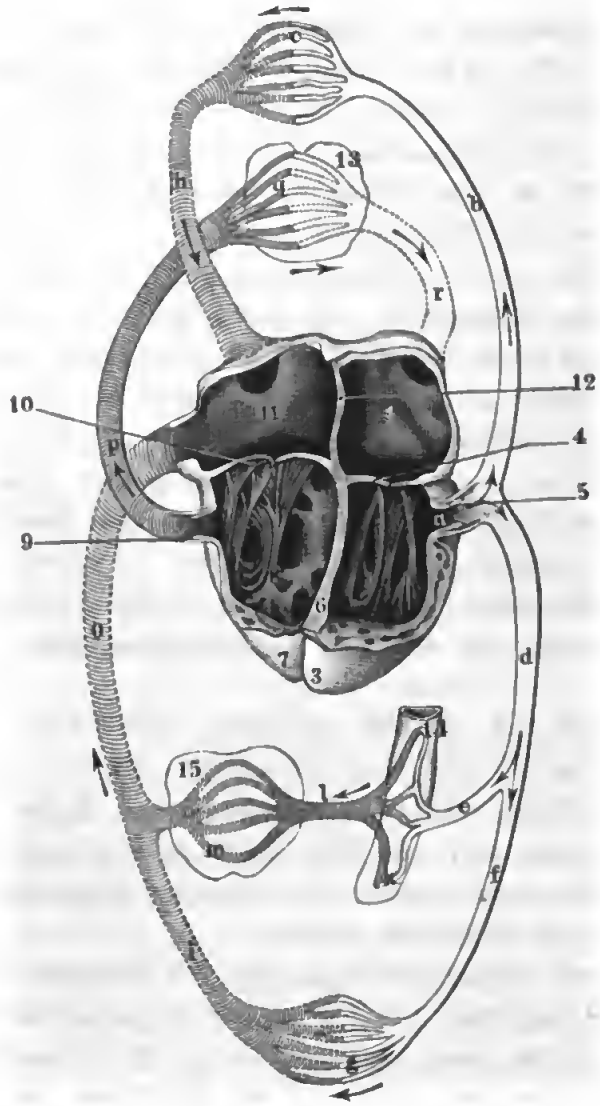


Fig. 5.

Schematiſche Darſtellung des Blutkreislaufes. Das Herz iſt der Länge nach durch einen quer auf die Scheidewand geführten Schnitt geöffnet, um die inneren Höhlen und Klappen zu zeigen, und zwar ſind dieſe letzteren in der Stellung gezeichnet, welche ſie bei der beginnenden Zuſammenziehung der Kammern (Systole) einnehmen. Die zwiſchen den Kammern und den Vorhöfen angebrachten Segelklappen ſind alſo geſchloſſen, die halbmondförmigen Klappen der großen Arterien aber geöffnet. Die Haargefäßſyſteme ſind durch einfache Veräſtelungen angezeigt; alle zum

Herzen führenden Gefäße (Venen) mit punktirten Linien, dagegen alle vom Herzen wegführenden Gefäße (Arterien) mit zuſammenhängenden Contourlinien bezeichnet; kleine Pfeile zeigen die Richtung der Blutſtrömung. Diejenigen Gefäße, welche dunkles Blut führen und mit der rechten Herzhälfte in Verbindung ſtehen, (Körpervenen und Lungenarterien) ſind quer ſchraffirt; die Gefäße des Pfortaderſyſtems ſchwarz ſchattirt; die helles Blut führenden Gefäße (Lungenvenen und Körperarterien) ſind unſchraffirt gelaſſen.

1. Linker Vorhof. 2. Höhle der linken Kammer, die Sehnen und Warzenmuskeln zeigend, die ſich an die Lappen der Segelklappe (4) anſetzen. 3. Spitze des Herzens. 4. Zweizipfelige Klappe (Valvula mitralis). 5. Halbmondförmige Klappen (V. semilunares) der Aorta. 6. Scheidewand der Kammern. 7. Spitze der rechten Kammer. 8. Höhlung der rechten Kammer. 9. Halbmondförmige Klappen der Lungenarterie. 10. Dreizipfelige Klappe (Valvula tricuspidalis). 11. Rechter Vorhof. 12. Scheidewand der Vorhöfe. 13. Lunge. 14. Darm. 15. Leber.

a Arterieller Körperſtrom (Aorta). b. Arterieller Strom für den Oberkörper. c. Capillarſyſtem des Oberkörpers. d. Arterieller Strom für den Unterkörper. e. Arterieller Strom für die Verdauungsorgane. f. Arterieller Strom für die untere Körperhälfte. g. Capillarſyſtem des Unterkörpers. h. Venöſer Strom vom Oberkörper (Obere Hohlvene). i. Venöſer Strom vom Unterkörper. k. Capillarſyſtem der Verdauungsorgane. l. Pfortader. m. Capillarſyſtem der Leber. n. Lebervenen. o. Untere Hohlvene. p. Lungenarterie. q. Capillarſyſtem der Lungen. r. Lungenvene.

So fein werden die letzten Aeſte der Arterien, daß ſie nur noch unter dem Mikroſkop unterſcheidbar ſind. In dieſem Zuſtande bilden ſie Netze, welche alle Organe durchſtricken. Die Inſeln von Organſubſtanz, welche bei einigen Geweben, wie z. B. in der Lunge oder der Leber, zwiſchen dieſen feinen Maſchen der Capillargefäße oder Haargefäße zurück bleiben, ſind oft ſo klein und unbedeutend, daß bei manchen älteren Anatomen namentlich der Glaube verbreitet war, die Gewebe des Körpers beſtänden nur aus dieſen letzten Zweigen der Blutgefäße. In jedem Organe des Körpers ſind dieſe Haargefäßnetze anders geſtaltet, je nach der Natur des Organes; anders in den Muskeln, anders in den Eingeweiden, anders in der Haut oder in den Knochen. Je lebhafter der Umſatz in einem Organe, deſto enger und gedrängter ſind auch die Netze, deſto geringer die Inſeln von Subſtanz, welche zwiſchen den Rinnen der Haargefäße zurückbleiben. Nur ſehr wenige Organe, wie

z. B. die Oberhaut und die Haare, entbehren ihrer gänzlich. Aus diesen Maschennetzen nun sammeln sich allmählig wieder kleinere Stämmchen, welche unter einander zusammen münden, größere Zweige und Aeste und endlich zwei Hauptvenenstämme bilden, die obere und untere Hohlvene, welche sich in den rechten Vorhof einsenken und somit alles von der linken Kammer aus durch den Körper vertheilte Blut wieder in das Herz, aber in die rechte Herzhälfte, zurückführen. Man hat diese Sektion des Kreislaufes, von der linken Kammer aus durch die Haargefäße des Körpers und zurück in den rechten Vorhof, den großen oder Körperkreislauf genannt, und wie leicht einzusehen und zu beweisen ist, hängt die Bewegung des Blutes in dieser Bahn einzig und allein von den Zusammenziehungen der linken Kammer ab. In dem rechten Vorhofe angelangt erhält das Blut einen neuen Impuls, es strömt in die rechte Kammer und wird aus dieser in die Lungenarterie getrieben. Die Lungenarterie vertheilt sich in den Lungen in feine Capillaren, welche sich wieder zu Venen sammeln und endlich durch die großen Stämme der Lungenvenen in den linken Vorhof einmünden. Aus diesem wird dann das Blut in die linke Kammer gepreßt, von welcher aus es von neuem seine Bahn beginnt. Man hat diesen Abschnitt des Kreislaufes aus der rechten Kammer durch die Lungen in die linke Vorkammer den kleinen oder Lungenkreislauf genannt.

Während eines einmaligen Umschwunges durch seine Bahn läuft das Blut demnach zweimal durch das Herz, einmal, indem es aus dem großen Kreislaufe zurückkehrend durch das rechte Herz streicht, um von da aus nach den Lungen getrieben zu werden, das zweite Mal, wenn es aus den Lungen in das linke Herz und durch dieses in den Körper sich begibt. Zu einem jeden Kreislaufe gehört eine ungleichnamige Abtheilung verschiedener Herzhälften, zum großen linke Kammer und rechter Vorhof, zum kleinen rechte Kammer und linker Vorhof, und die Vermittlung zwischen den beiden im Herzen selbst so streng geschiedenen Herzhälften geschieht nur durch die Capillarsysteme

des Körpers einerſeits und durch die Haargefäße der Lungen andererſeits. Jede Hälfte eines Kreislaufes bildet gleichſam einen Baum, als deſſen Stamm das aus dem Herzen entſpringende Gefäß anzuſehen iſt, während die Krone mit den vielen tauſend Zweiglein in den Capillarſyſtemen repräſentirt iſt. Das arterielle, von der linken Kammer und der Aorta ausgehende Syſtem bildet einen ſolchen Baum, deſſen Zweige in den Körpercapillaren unmittelbar in die Wurzeln des Körpervenenbaumes übergehen; ja, wenn man die Vergleichung noch weiter treiben wollte, ſo würde ſich der Stamm des in den Körpercapillaren zuſammengeſetzten venöſen Baumes durch die Hohlvenen in das rechte Herz fortſetzen und in den Lungen ſich veräſtelnd, ſeine Krone bilden, während hier, in den Capillaren der Lungen, der Körperarterienbaum entſpränge, ſeine Wurzeln in den Lungenvenen ſammelte und als Stamm durch das linke Herz ziehend ſeine Krone in den Körpercapillaren bildete. Wie man ſich auch die Sache vorſtellen mag, zu jeder Hälfte des Kreislaufes gehören zwei centrale Herzabtheilungen, ein peripheriſches Capillarſyſtem und ein Syſtem ausführender und rückführender Kanäle (Arterien und Venen); der große Kreislauf hat ſeine linke Kammer, ſeinen rechten Vorhof, ſeine Körperarterien und Körpervenen; der Lungenkreislauf ſeine rechte Kammer, ſeinen linken Vorhof, ſeine Lungenarterien und Lungenvenen.

Einer beſonderen Erwähnung iſt noch das ſogenannte Pfortaderſyſtem werth, welches gleichſam ein Einſchiebſel in den großen Kreislauf bildet. Der untere Körperſtrom der Aorta verſorgt nicht nur Rumpf und Beine, ſondern auch die Eingeweide der Bauchhöhle und namentlich den Darmkanal und ſeine Anhänge mit arteriellen Gefäßen. Dieſe verzweigen ſich und bilden Capillarnetze, aus denen Darmvenen ſich zuſammenſetzen, welche endlich alle in eine große Vene, die Pfortader, ſich vereinigen. Wäre die Anordnung wie an den übrigen Organen, ſo würde die Pfortader ihr Blut unmittelbar in eine Hohlvene ergießen und ſo es direkt dem rechten Vorhofe zuführen.

Dies iſt aber nicht der Fall. Die Pfortader tritt in die Leber ein, und bildet in dieſer Capillarnetze ganz wie eine Arterie — aus dieſen Haargefäßen der Leber ſammeln ſich erſt wieder die Lebervenen (n), welche das Blut in die Hohlvene und durch dieſe in das Herz ergießen. Während alſo im ganzen übrigen Körper das Blut ſtets nur ein Capillarſyſtem durchläuft, bevor es wieder in einer Herzabtheilung einen neuen Impuls erhält, durchſtrömt das den Darm ſpeiſende Blut zwei Capillarſyſteme, das des Darmes und das der Leber, zwiſchen welchen keine bewegende Kraft angebracht iſt, und kehrt dann erſt wieder in das Herz zurück. Wir werden ſpäter ſehen, daß dieſe eigenthümliche Anordnung des Darm- und Leber-Kreislaufes oder des Pfortaderſyſtemes, die allen Wirbelthieren bis zu den Fiſchen herab eigen iſt, in einer ganz beſonderen Beziehung zu der Ernährung des Körpers überhaupt ſteht.

Die Capillarſyſteme ſind, wie wir ſpäter beweiſen werden, der Sitz der chemiſchen und phyſikaliſchen Veränderungen der Blutmaſſe. In den Capillaren geht der Prozeß der Ernährung, der Abſonderung, der Aufſaugung vor ſich, und dieſer wechſelſeitige Austauſch von Stoffen in den Capillaren zwiſchen der Blutmaſſe und den umgebenden Organtheilen muß nothwendig eine gewiſſe Rückwirkung auf Farbe und Zuſammenſetzung des Blutes haben. In den Capillaren des Körpers wird das Blut dunkel, es erhält eine bläulich-violette Farbe; in den Capillaren der Lunge wird es hellroth, ſchäumend. Der Durchgang des Blutes durch das Herz verändert ſeine Conſtitution durchaus nicht; das Herz hat nur eine rein mechaniſche Beziehung zu dem Blute, es theilt ihm durch ſeine Zuſammenziehung nur die Bewegung mit. Wenn demnach der Durchgang durch Capillaren das Blut ändert, derjenige durch das Herz aber nicht, ſo müſſen die ungleichnamigen Gefäße der beiden Kreislaufhälften gleichartiges, die beiden Herzhälften verſchiedenartiges Blut führen. Die Lungenvenen führen hellrothes Blut, dieſes durchläuft das linke Herz und wird, ohne verändert zu werden, in den Körperarterien

weiter geſchafft; — in den Körpercapillaren wird das Blut dunkel, blau, und bleibt ſo durch die Venen, das rechte Herz und die Lungenarterien hindurch bis in die Lungencapillaren, wo es wieder hellroth wird. Man hat das hellrothe Blut auch arterielles, das blaurothe venöſes Blut und demnach die linke Herzhälfte das Arterienherz, die rechte das Venenherz genannt; es folgt aus dieſen Benennungen leider eine große Verwirrung, denn die Lungenarterien führen blaurothes, venöſes Blut, die Lungenvenen hellrothes, arterielles. Ich weiß mich noch gar wohl zu erinnern, wie ſehr mir dieſe fatalen Benennungen eine klare Anſchauung des Kreislaufes behinderten; ich werde ſie hier nicht anwenden, und nur von dunklem und hellrothem Blute, von dunkler und heller oder rechter und linker Herzhälfte ſprechen.

Die ganze hydrauliſche Anordnung des Gefäßſyſtemes mit dem Herzen entſpricht den Anforderungen, welche an ein ſolches Röhrenſyſtem gemacht werden können, auf das Vollkommenſte. Schon in dem Herzen ſelbſt iſt keine Kraft unnöthig verſchwendet; — die Kammerwandungen ſind ihrer Dicke und Muskelmaſſe nach genau der Bahn angemeſſen, durch welche ſie das Blut hindurchtreiben ſollen. Die linke Kammer, welche die geſammte Blutmaſſe durch alle Arterien, Capillaren und Venen des Körpers, ja ſogar theilweiſe, in dem Pfortaderſyſteme, durch zwei Capillarſyſteme bis in die rechte Vorkammer treiben muß, iſt die ſtärkſte an Muskelſchichten, und dem Gewichte, wie dem Volumen nach, iſt ihre Muskelmaſſe genau doppelt ſo groß, als diejenige der rechten Kammer, welche nur auf weit kleinerer Bahn durch die Lungen ihre forttreibende Kraft ausübt, und deßhalb auch weit dünnere contraktile Wände beſitzt. Trotz dieſer ſo einfachen und leicht erſichtlichen Verhältniſſe aber hat man ſich von frühen Zeiten her beſtrebt, dem Blute als ſolchem einen Antheil an der Bewegung zukommen zu laſſen. Es widerſtrebte der Ueberzeugung vom Leben des Blutes, wenn man wieder auf der anderen Seite annehmen ſollte, daß es ſich der Herzthätigkeit gegenüber nur wie eine jede andere todte Flüſſig-

keit verhalte, und man vergaß, daß alle Bewegung auf Erden, mag sie nun Organismen angehören oder nicht, denselben physikalischen Gesetzen gehorcht, und daß der Knochen nicht minder lebt, wenn er gleich von den Muskeln wie jeder andere lebloſe Hebelarm hin- und hergezogen wird. Es kann meine Aufgabe nicht sein, hier alle jene veralteten Hypotheſen von einer eigenen Propulſivkraft, die dem Blute inwohnen ſollte, von einer freien Bewegung der Blutkörperchen, von einer Wiederholung des Planetenlaufes in der Blutbahn zu widerlegen; der Verſuch, die Rechnung und die Anwendung rein phyſikaliſcher Unterſuchungsmethoden haben mit mathematiſcher Gewißheit dargethan, daß alle Blutbewegung lediglich und allein von der Herzthätigkeit abhängt, daß die bewegende Kraft einzig in dem Herzen liegt und die Strömung ganz auf dieſelbe Weiſe in den Gefäßen geſchieht, ob nun Blut oder eine andere ähnlich zuſammengeſetzte Flüſſigkeit darin kreiſe.

Mit jeder Zuſammenziehung treibt das Herz eine gewiſſe Blutmenge aus den Kammern in die Arterien hinaus. Die Arterien ſind aus elaſtiſchen Faſern geſponnene Röhren, der Stoß der Blutwelle dehnt mithin ihr Lumen aus. Ihre eigene Elaſticität aber, ſowie der momentane Nachlaß des Stoßes während der Kammerdiaſtole, bedingen einen Widerſtand gegen dieſe paſſive Ausdehnung; — die Arterie zieht ſich auf ihr früheres Volumen zuſammen. Nun neue Kammerſyſtole, neuer Stoß, neue Welle, abermalige Ausdehnung des Gefäßes, der ein erneuter Widerſtand der elaſtiſchen Gefäßwände, eine zweite Zuſammenziehung folgt. Dies beſtändige Heben und Senken der Arterienwandungen, der abwechſelnde Rhythmus der Blutwellen bedingt die Erſcheinung des Pulſes; jenes Orakels, das man bei allen Krankheiten um Rath fragt. Drei Momente kommen demnach bei dem Pulſe hauptſächlich in Betracht: die Kraft des Herzſtoßes, die Größe der Blutwelle und der Grad der Elaſticität der Arterien, wodurch eine mehr oder minder bedeutende Energie des Widerſtandes ihrer Wandungen bedingt wird. Aus dieſen drei Faktoren ſetzen ſich alle jene verſchiedenen

Modifikationen des Pulſes zuſammen, welche der Arzt zu beobachten und in ſeinen Diagnoſen zu benutzen hat. Die Zahl und der Rhythmus des Pulſes hängen von der Herzthätigkeit, ſeine Völle oder Leere von der Größe der Blutwelle und der Geſammtmenge des Blutes überhaupt, ſeine Härte oder Weichheit endlich von dem Contraktionszuſtande der Arterienhäute ab. Man weiß aus Erfahrung, daß die ſcheinbar heterogenſten Eigenſchaften des Pulſes ſich vereinigen können, daß ein voller Puls zugleich weich ſein kann, wenn ein lähmungsartiger Zuſtand der Arterienhäute die thätige Contraktion der Faſern hemmt, oder daß bei kleinem, kaum fühlbarem Pulſe derſelbe doch hart iſt, weil durch Krampf die elaſtiſchen Faſern zuſammengezogen ſind. Man ſieht leicht ein, daß bei dem innigen Zuſammenhange der Herzbewegung mit dem centralen Nervenſyſtem, bei der genauen Verknüpfung der Blutbereitung, Verdauung und Ernährung mit der Menge des Blutes und der Abhängigkeit der Gefäßcontraktion von dem peripheriſchen Nervenſyſtem und von den äußeren Einflüſſen, der Puls die mannichfachſten krankhaften Erſcheinungen in ſich reflektiren kann.

Nicht bloß krankhafte Zuſtände aber, auch normale Einflüſſe bedingen die größten Verſchiedenheiten des Pulſes je nach Alter, Geſchlecht und Größe der Individuen. Im Allgemeinen ſteht der Satz feſt, daß die Zahl der Pulsſchläge im umgekehrten Verhältniſſe zu der Körpermaſſe ſteht. So hat ein neugeborenes Kind im Durchſchnitt 130—140 Pulsſchläge, ein erwachſenes Individuum zwiſchen 20—50 Jahren etwa 70, ein Greis etwa 80 Pulsſchläge in der Minute. Eben ſo einflußreich iſt der Athmungsprozeß. Je lebhafter die Reſpiration, deſto zahlreicher auch die Pulsſchläge, deſto kräftiger die Zuſammenziehungen des Herzens. Auch die Körperſtellung hat Einfluß. Im Stehen iſt der Puls zahlreicher als im Sitzen, hier wieder beſchleunigter als im Liegen.

Mit jedem Pulsſchlage wird eine gewiſſe Quantität Blut aus dem Herzen in die Arterien hinausgetrieben, und zwar muß dieſe Menge Blutes mit der Capacität der Herzhöhlen im ge-

naueſten Verhältniſſe ſtehen. Die Herzkammer kann begreiflicher Weiſe nicht mehr Blut auspreſſen als ſie enthalten kann, und was ſie bei der Diaſtole aufnimmt, das treibt ſie auch faſt vollſtändig wieder aus. Kennt man nun die Capacität der Herzhöhlen und die Quantität der in dem Körper überhaupt vorhandenen Blutmenge, ſo läßt ſich leicht berechnen, in wie viel Zeit die geſammte Blutmenge durch das Herz gehen muß, oder mit anderen Worten, wie viel Zeit zu einem vollſtändigen Umſchwunge der geſammten Blutmenge gehöre. Nun iſt aber leider die Beſtimmung der Blutmenge eines Individuums eine äußerſt ſchwierige Aufgabe. Das Verblutenlaſſen führt nicht zum Ziele. Das Leben endet durch die Lähmung des Gehirnes und des Herzens ſchon lange bevor ſämmtliches Blut aus den Gefäßen ausgefloſſen iſt und es bleibt ſtets eine Menge davon in den Haargefäßen zurück, welche nicht beſtimmt werden kann und die um ſo größer ausfällt, je bedeutender die Körpermaſſe ſelbſt iſt. Die ſicherſte Methode, welche man bis jetzt anwenden konnte, beſteht in der Berechnung der Blutmaſſe aus der Verminderung des ſpecifiſchen Gewichtes, die es durch Zufügung reinen Waſſers erleidet. Man entzieht einem Thiere eine beſtimmte Quantität Blut (ſo viel als ohne Störung geſchehen kann) und beſtimmt genau deſſen ſpecifiſches Gewicht, ſo wie die Menge feſter Stoffe, die es enthält. Nun ſprützt man, was ohne Gefahr geſchehen kann, deſtillirtes Waſſer in beſtimmter Menge in die Adern, wartet einige Minuten, bis dieſes durch den Kreislauf mit der Blutmenge gemiſcht iſt, und entzieht dann aufs Neue von dem nun verdünnten Blute eine beſtimmte Menge, an der man ſpecifiſches Gewicht und feſten Stoffgehalt beſtimmt. Aus der Vergleichung der erhaltenen Werthe beim unverdünnten und beim verdünnten Blute läßt ſich nun die Blutmenge des Thieres beſtimmen. — Die Fehlerquellen dieſer Methode liegen darin, daß die Gefäße keine todten Röhren ſind, die nicht abgeben und aufnehmen, ſondern daß im Gegentheile unmittelbar nach dem Aderlaſſe überall wäſſerige Flüſſigkeit im Körper aufgeſaugt, nach der Einſpritzung Waſſer abgeſondert wird, ſo daß

alſo die Blutmenge nicht abſolut dieſelbe bleibt und nicht denſelben Concentrationsgrad behält. — Nimmt man, abgeſehen von dieſen Fehlerquellen, die Reſultate der Verſuche an, ſo findet man, daß Fleiſchfreſſer im Durchſchnitte mehr Blut beſitzen als Pflanzenfreſſer und daß die Blutmaſſe etwa $^1/_5$ des Körpergewichtes im Mittel ausmacht. Ein 30- bis 40jähriger Mann würde danach im Durchſchnitte 14,6 Kilogramme Blut (etwa 30 Pfund), eine Frau in demſelben Alter 25 Pfund Blut beſitzen. — Noch ſchwieriger iſt die Beſtimmung des Rauminhaltes der Herzhöhlen, da hier die Zuſammenziehung und Stärke der Muskelwandungen viele Störungen verurſachen. Berechnet man indeß aus den vorhandenen Angaben die Dauer, binnen welcher die geſammte Blutmenge durch das Herz durchgeht, ſo ſchwanken die Reſultate zwiſchen 72 bis 120 Sekunden. *Der Umſchwung der geſammten Blutmaſſe dauert alſo höchſtens zwei Minuten.* Auch in anderer Weiſe angeſtellte Verſuche beſtätigen dies Reſultat. Man öffnete eine Halsvene und ſpritzte ein leicht zu entdeckendes Reagens in das Blut ein. In abgemeſſenen Intervallen, die man mit der Sekundenuhr beſtimmte, zapfte man nun aus der Halsvene der anderen Seite Blut ab und unterſuchte dies Blut auf den Gehalt an dem eingeführten Stoffe. Um von einer Vene zur anderen zu gelangen, mußte das Blut den Weg durch das rechte Herz in die Lungen, dann in das linke Herz und durch den Körper machen, folglich die ganze Bahn des Kreislaufes durchmeſſen. Hierzu genügten 30—40 Sekunden.

Wie man ſieht, ſo liefern dieſe Verſuche, die noch obendrein an Pferden, alſo an größeren Thieren angeſtellt wurden, eine größere Geſchwindigkeit des Blutlaufes, als die eben mitgetheilten, auf die Capacität der Herzräume und die Blutmenge geſtützten Berechnungen. Es iſt aber zu berückſichtigen, daß bei den Verſuchen nur die Zeit beſtimmt wird, welche das mit dem Reagens verſetzte Blut auf dem kürzeſten Wege zurücklegt, und daß eine jede Blutbahn je nach Verhältniß ihrer Länge für ihre Durchſtrömung eine verſchiedene Zeit verlangt. Ein Blutkör-

perchen, welches unmittelbar am Anfange der Aorta in die Kranzarterien des Herzens eingeht und durch die Kranzvenen zurückkehrt, wird den kürzeren Weg in geringerer Zeit zurücklegen, als ein anderes, welches durch die Zehen läuft. Man wird deßhalb wohl nicht irren, wenn man annimmt, daß eine Minute die mittlere Dauer des Blutumschwunges im menschlichen Körper sei und die gesammte Blutmenge demnach in einem Tage 1440 Mal den Körper durchkreise.

Je weiter vom Herzen weg man dem Blutlaufe folgt, desto langsamer wird er und desto unmerklicher wird der Puls, bis letzterer endlich gänzlich aufhört und in den feinsten und dünnsten Arterienzweigen das Blut langsam in stetem, gleichmäßigem Strome dahinfließt. Auch diese Erscheinungen lassen sich auf die befriedigendste Weise aus physikalischen Grundsätzen erläutern. Die Reibung des Blutes gegen die Arterienwände ist zwar nicht sehr bedeutend, da diese letzteren sehr glatt und eben sind, allein sie bildet doch immer ein Moment der Hemmung. Weit wesentlicher aber wirkt zu dieser Verlangsamung des Blutstromes die Erweiterung der Blutbahn ein. Es ist eine bekannte Sache, daß die Schnelligkeit eines Stromes in erweitertem Bette abnimmt und in ausgedehnten Becken und Seen sich fast auf Null reducirt; es ist eine Thatsache, daß in geschlossenen Röhren dasselbe Statt findet. Bei der Vertheilung der Blutgefäße ist dies Gesetz in Anwendung gebracht. Zwar sind die Zweige einer Arterie, jeder einzeln genommen, stets dünner als der Hauptstamm, aber die Gesammtsumme ihres Inhaltes übertrifft denjenigen des Hauptstammes stets um ein Bedeutendes. Die Unterleibsaorta z. B. theilt sich in der Tiefe des Beckens in zwei große Schlagadern, die Hüftschlagadern. Eine einzelne Hüftschlagader für sich genommen ist nicht so groß als die Aorta, aber ihr Durchmesser beträgt doch wenigstens zwei Drittel von dem Durchmesser der Aorta, so daß die beiden Hüftschlagadern zusammengenommen den Aortendurchmesser um ein Drittel wenigstens überwiegen. Alle Aeste der Arterien, wie der Venen, verhalten sich auf die gleiche Weise, und je weiter die Vertheilung der feinen Aeste und der

Capillargefäße geht, deſto ausgedehnter wird auch die Blutbahn und deſto langſamer der Kreislauf. Man hat nicht mit Unrecht geſagt, daß ein jedes Gefäßſyſtem bei idealer Aufzeichnung der Lumina einen Kegel bilden würde, deſſen Spitze im Herzen, die Baſis in den peripheriſchen Capillaren läge.

Das Verſchwinden des Pulſes in den entfernten feinen Arterienzweigen beruht nicht blos auf der Abnahme des Herzſtoßes in die Entfernung. Denn wie bedeutend die Kraft des Herzſtoßes noch in den Beinen ſei, lehrt leicht die einfachſte Beobachtung. Man fixire nur aufmerkſam bei einem Manne, der ſitzend die Beine übereinander geſchlagen hat, das frei in der Luft ſchwebende Bein, und man wird bald den Pulsſchlag an den regelmäßigen Hebungen und Senkungen des Fußes zählen können. Das Bein bildet in dieſer Stellung einen äußerſt langen Hebel, etwa wie der Zeiger an einem Kraftmeſſer, und deßhalb werden die pulſatoriſchen Bewegungen der Kniekehlenſchlagader ſichtbar, da ſie einem langen Hebelarme mitgetheilt werden. Das Verſchwinden des Pulsſchlages, der Uebergang des abgeſetzten, rhythmiſchen Stoßes in ein gleichförmiges Fließen, das in den engeren Arterien und Capillaren Statt hat, hängt von der durch die Elaſticität bedingten Summirung aller einzelnen Stöße ab. Die elaſtiſche Gefäßwand ſetzt der Ausdehnung einen gewiſſen Widerſtand entgegen, der endlich ſich ſo weit erhebt und addirt, daß er der Stoßkraft Gleichgewicht hält und ſomit die Gleichförmigkeit des Stromes hergeſtellt iſt.

Die Capillargefäße bilden den unmittelbaren Uebergang zwiſchen Arterien und Venen und in dieſem feinen Röhrennetz tritt das Blut in unmittelbare Wechſelwirkung mit der Subſtanz der Organe. Die Beobachtung hat dargethan, daß alle Capillaren, ſelbſt die feinſten, ſtets ihre geſonderten deutlichen Wandungen haben, daß die Gefäßröhren überall vollkommen geſchloſſen ſind und demnach zwiſchen umgebender Subſtanz und kreiſendem Blute nur mittelſt Durchdringung der Gefäßwände Austauſch von Stoffen Statt finden kann. Dieſe Durchdringung

der Gefäßwände iſt aber nur bei flüſſigen oder gasförmigen Subſtanzen möglich; feſte in den Blutſtrom eingeführte Körper können nur durch Verletzung der Gefäßwandungen oder durch Auflöſung in dem Blute wieder aus dem Kreislaufe herauskommen. Deßhalb können auch die feſten, in dem Blute ſchwimmenden Körperchen, deren Eigenſchaften wir ſpäter kennen lernen werden, die Blutkörperchen, keinen direkten Einfluß auf die Ernährung haben, ſondern nur durch ſtete Zerſtörung und Auflöſung im Blutwaſſer mit der umgebenden Subſtanz der Organe in Wechſelwirkung treten. Die Bewegung des Blutes in den Capillargefäßen hängt einzig und allein von dem Stoße des Herzens ab; es tritt hier keine neue unbekannte Kraft hinzu, wie man früher glaubte. Die Wandungen der Capillaren ſind auf ſehr eigenthümliche Weiſe gebildet. Sie ſind außerordentlich permeabel für Flüſſigkeiten und gasförmige Stoffe, und die Prozeſſe der Endosmoſe und Exosmoſe oder des Austauſches von Stoffen durch thieriſche Membranen ſind hier in ihrer größten Intenſität entwickelt. Die Capillaren ſind aber auch ſehr contraktil und namentlich für Temperaturwechſel und andere, vom Organismus ſelbſt ausgehende Reize außerordentlich empfindlich. Applikation von Kälte kann ſie faſt bis zu gänzlicher Verſchließung bringen und durch dieſe bedeutende Contraktilität üben ſie einen mächtigen Einfluß auf die Geſammtheit des Blutkreislaufes aus. Man ſtelle ſich die Capillaren eines Organes bis auf die Hälfte, auf ein Drittel ihres Volums zuſammengezogen vor; — es wird dann auch nur die Hälfte, das Drittel der für das Organ beſtimmten Blutmenge in daſſelbe eintreten können und die übrigen Organe mit Blut überfüllt werden.

Alle dieſe Verhältniſſe der Capillaren erforderten die angeſtrengteſten Bemühungen und ausgedehnteſten Beobachtungen zu ihrer endlichen Feſtſtellung. Namentlich gegen die Exiſtenz eigener Wandungen ſtritten mehrere vortreffliche Beobachter, welche die Capillargefäße nur für in die Subſtanz ausgehöhlte Rinnen anſehen wollten. Andere glaubten a priori den unmittelbaren Uebergang des Blutes aus den Arterien in die Venen

abläugnen zu können; ſie nahmen, aller direkten Beobachtung zum Trotze, an, das arterielle Blut gehe in der Subſtanz der Organe unter, und werde als venöſes wieder neu geboren. In anderer Weiſe hat ſich ein Reſt dieſer Anſicht noch bis in die neueſte Zeit bei einigen Beobachtern erhalten, wonach wenigſtens in den abſondernden Drüſen die feinſten Haargefäße ſich direkt in die abſondernden Kanäle öffnen ſollen. Indeß verhallen ſolche Stimmen immer mehr und mehr und die Ueberzeugung, daß alle Capillargefäße in ſich abgeſchloſſen ſind und nirgends eine Oeffnung zeigen, iſt jetzt zum allgemein angenommenen Axiom geworden.

Auf dieſelbe Weiſe, wie die Arterien ſich allmählig in die Capillaren auflöſten, ſetzen ſich aus denſelben die Venen zuſammen. In dem Bereiche des Capillarkreislaufes iſt es unmöglich, zu entſcheiden, wo die Arterie aufhört, wo die Vene beginnt. Die bewegende Kraft, welche auf das in den Venen befindliche Blut einwirkt, iſt ebenfalls einzig und allein der Herzſtoß. Da aber dieſer ſchon in den Capillaren in einen gleichmäßigen Druck ſich umgewandelt hat, ſo wird er auch in den Venen in dieſer Weiſe bleiben, wenn gleich immer noch eine geringe Oscillation in dem Drucke ſich je nach Syſtole und Diaſtole des Herzens bemerken läßt. Aus einer angeſtochenen Vene, beim Aderlaß z. B., ſpritzt das Blut in continuirlichem Strome, der abwechſelnde Wellen zeigt, die aber nur unbedeutend ſind; aus einer verletzten Arterie ſpringt es in Abſätzen; es iſt etwa der gleiche Unterſchied wie zwiſchen dem Strahl einer Feuerſpritze und dem einer einfachen Pumpe ohne Luftkaſten. Der Druck, unter dem ſich das Blut in den Venen bewegt, iſt nur noch gering; die Geſchwindigkeit des Blutlaufes iſt indeß etwas größer, als in den Capillaren, weil durch die allmählige Sammlung der Venen in einzelne Stämme das Blut in ſtets engere und engere Räume einzutreten genöthigt iſt. Das Verhältniß der Aeſte zu den Stämmen iſt bei den Venen durchaus daſſelbe, wie bei den Arterien; der Strom des Blutes geht aber von den Zweigen aus nach dem Stamme hin. Stellen wir uns beide Gefäßſyſteme unter dem Bilde zweier, mit der Baſis an einander gelegter

Kegel vor, deren Spitzen in dem Herzen ſich finden, ſo geht der arterielle Blutſtrom von der Spitze nach der Baſis, aus dem engeren in den weiteren Raum und verlangſamt ſich deßhalb zuſehends; während die venöſe Strömung von der Baſis zur Spitze gerichtet iſt und deßhalb, bei ſteter Verengerung des ihr angewieſenen Raumes, eine ſtete Beſchleunigung erfährt. In der Nähe des Herzens tritt durch die Erweiterung der Vorkammern bei der Diaſtole ein neues bewegendes Moment hinzu, indem das Blut durch die Entſtehung eines leeren Raumes in den Vorhöfen von dieſen angeſogen wird, wie das Waſſer in einem Gummibeutel, den wir zuſammengedrückt haben und wieder ſich ausdehnen laſſen, während wir ſeine Oeffnung in die Flüſſigkeit tauchen. Trotz dieſer Verhältniſſe würde aber der Venenkreislauf den bedeutendſten Störungen unterworfen ſein, wenn nicht durch beſondere Klappen im Innern der Venen manchen Uebelſtänden vorgebeugt wäre. Die Venen haben keine ſolche elaſtiſche Wandungen wie die Arterien, ſie können dem Drucke der umgebenden Theile bei Bewegungen, Stellungsänderungen ꝛc. keinen Widerſtand leiſten, und dieſer Druck iſt oft wenigſtens ſtärker, als der im Innern der Vene auf das Blut ausgeübte. Dieſes würde demnach bei jedem ſolchem Drucke nach der Peripherie hin zurückgeſtaucht werden und Hemmungen des Capillarkreislaufes veranlaſſen, wenn nicht Taſchenventile angebracht wären, welche ſich dem Rückprallen des Blutes gegen die Peripherie hin entgegenſtemmen und das Lumen der Vene verſchließen. An den unteren Körpertheilen, den Beinen, wo das Venenblut der Schwere entgegen von unten nach oben in die Höhe geſchafft werden muß, haben auch dieſe Ventile den Nutzen, daß ſie bei momentanem Nachlaſſe des Blutdruckes vom Herzen aus das Zurückſinken der Blutſäule nach unten verhindern. Daß ſie nicht einzig zu dieſem Endzwecke angebracht ſind, lehrt ihre Anweſenheit in den Venen des Halſes, wo das Venenblut in ſeinem Strome der Richtung der Schwere folgt, ſo wie ihre Abweſenheit in ſolchen Venen, welche keinem Drucke der umgebenden Theile unterliegen können.

Suchen wir nun die Reſultate der vorliegenden Unterſuchungen in einige überſichtliche Sätze zuſammenzufaſſen, ſo wären dieſe etwa folgende. Das Blut kreiſt in beſtändigem Umſchwunge in einem Syſteme von durchaus und überall geſchloſſenen Röhren. Der Kreislauf geſchieht ſtets in derſelben Richtung: aus der linken Herzhälfte in den Körper, von dort in die rechte Herzhälfte, aus dieſer in die Lungen und aus den Lungen in das linke Herz zurück. Die Arterien ſind Leitungsröhren vom Herzen zur Peripherie; die Venen Leitungsröhren von der Peripherie zum Herzen. Die Capillargefäße ſind die Vermittler aller Prozeſſe des vegetativen Lebens, der Ernährung, Aufſaugung und Abſonderung. Nur in den Capillargefäßen erleidet das Blut als ſolches phyſikaliſche und chemiſche Veränderungen. In den Capillaren des Körpers wird es dunkel violett, mit Kohlenſäure geſchwängert, in denen der Lungen hellroth und ſauerſtoffhaltig; die Umwandlungen können nur durch Imbibition und Durchdringung der überall geſchloſſenen Gefäßwandungen vor ſich gehen. Die Kraft, welche das Blut bewegt, geht einzig und allein von dem Herzen aus. Das Herz iſt eine mit Ventilen verſehene Druckpumpe, die nach beſtimmten phyſikaliſchen Geſetzen eingerichtet iſt und dieſen gemäß arbeitet.

Und ſo wäre es denn der Phyſiologie gelungen, das Herz, das ſo unruhig bewegte in der Menſchenbruſt, zu zähmen, ihm Feſſeln anzulegen und Geſetze aufzubürden? Es wäre Erdichtung, die Theilnahme, welche wir ihm an unſeren Gefühlen zuſchreiben; und wenn wir unſerer alten Gewohnheit nach reden vom ſtärkeren Schlage unſeres Herzens, von freudigem Pochen und angſtvollem Erzittern, ſo wären das nur bildliche Redensarten, ſchöne Träume einer regen Phantaſie? Es wäre uns gegangen, wie dem Peter in Hauff's Mährchen vom Tannenhäuſer, dem man das lebendige Herz aus der Bruſt riß und ein ſteinernes einſetzte, das zwar auch pochte und das Blut umtrieb; das aber keinen Antheil nahm an ſeinen Leiden und Freuden, das in Liebe und Haß gleichmäßig fortſchlug, wie das Ticktack einer Uhr? Nein! wahrlich nein! ſo weit geht unſere

Mechanik nicht. Sie lehrt uns die Geſetze, die phyſikaliſchen, an dem Herzen und den Gefäßen angebrachten Kräfte und deren Wirkungen kennen; allein Beobachtung und Reflexion zeigen auch, wie ſehr die Anwendung dieſer Kräfte von einem höheren Leiter, von dem Nervenſyſteme, abhängt und wie ſehr jeder dort empfangene Eindruck ſich in dem Maße und der Art der Herzbewegungen abſpiegelt und reflektirt. Wir täuſchen uns nicht, wenn wir in der Begeiſterung unſer Herz voller ſchlagen, in der Angſt, der Erwartung es krampfhaft erzittern fühlen; — wir täuſchen uns nur, wenn wir dem Herzen unmittelbar dieſe Theilnahme zuſchreiben; es iſt nur der Reflektor der von dem Centralorgane des Nervenſyſtemes, dem Gehirne, aufgenommenen Eindrücke und Empfindungen, und auf Reizungen, welche von dieſen Centralorganen ausgehen, reagirt es ſogar weit heftiger, als auf direkt angebrachte Irritation. Daß aber großentheils auf ſolch engem Zuſammenhange des Herzens und ſeiner Bewegungen mit dem Gehirne der Einfluß des letzteren auf die vegetativen Prozeſſe des Lebens beruhe, ſcheint mir keinem Zweifel unterworfen. Kummer, Angſt und Sorge reiben den Körper auf; froher Muth, heiterer Sinn, ein gewiſſes Maß in Affekten und Leidenſchaften erhalten die Geſundheit und Lebensfriſche. Das ſind Erfahrungen, die jeder im Leben beſtätigt finden kann; — der Grund des Zuſammenhanges dieſer Erſcheinungen iſt nicht ſo leicht klar zu machen. Aber von der ſteten Erneuerung des Blutes hängt die Ernährung, die Athmung, das ganze vegetative Leben ab; und die Erneuerung und Bewegung des Blutes ſind mit der Herzbewegung ſelbſt auf das Innigſte verknüpft. Wo der eine Faktor fehlt, da wird auch die ganze Summe unrichtig, und wo Uebermaß der Leidenſchaften, ungeſtümer Wechſel der Affekte oder anhaltender Einfluß deprimirender Geiſtesſtimmung die Aktion des Herzens unregelmäßig machen oder lähmend darauf einwirken, da kann auch der Blutlauf und ſomit die Ernährung des Körpers nicht in gehöriger Weiſe vor ſich gehen.

Zweiter Brief.

Das Blut, die Lymphe und der Chylus.

Das Blut, so wie es aus der geöffneten Ader springt, so wie es im lebenden Körper kreist, ist nicht eine einfache, homogene rothe Flüssigkeit ohne weitere Zusammensetzung. Es besteht aus zwei wesentlichen Formbestandtheilen: den rothen und farblosen Blutkörperchen, und dem Plasma oder der Blutflüssigkeit. Seine Farbe, die im Ganzen ein helles Kirschroth ist, scheint nicht unter allen Verhältnissen gleich. In der Jugend, bei lebhafter Bewegung, bei zarten, blutarmen Individuen ist das Blut heller, bei Menschen mit sitzender Lebensart und bei kräftigem Körperbau meistens dunkler. Die Luft wirkt schon in dem Augenblicke des Ausfließens auf die Farbe ein. Das Blut, welches aus einer weit geöffneten Ader hervorstürzt, ist dunkler als dasjenige, welches bei langsamem Ausfließen in feinem Strahle mit der Luft in innigere Berührung gekommen ist. Das Blut aus den Schlagadern, welches bei Verwundungen derselben in abwechselnden Stößen hervorspringt, erscheint mehr kirschroth mit einem Stich ins Zinnoberrothe, während das venöse Blut eine violette Färbung zeigt. Der eigenthümliche Geruch ähnelt demjenigen der Hautausdünstung und rührt wahrscheinlich von einem dem Blute beigemengten Fette her, das durch die Haut abgeschieden wird. Das spezifische Gewicht mag im Mittel etwa 1,055 betragen. Weiber und Jünglinge haben leichteres, dünneres Blut, als erwachsene Männer. Indessen wechseln auch diese Verhältnisse ungemein, je nach dem Gesundheitszustande des Individuums oder nach der Aufnahme fester oder flüssiger Nahrungsmittel.

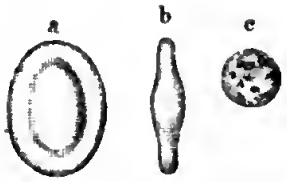


Fig. 6. Blutelemente des Froſches, bei 500maliger Vergrößerung. a. Ovales Blutkörperchen von der Fläche geſehen. b. Daſſelbe von der Kante aus c. Farbloſes Lymphkörperchen.

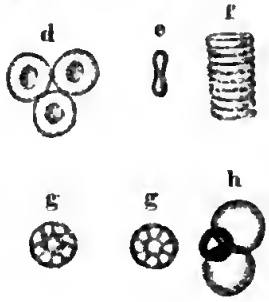


Fig. 7. Blut- und Lymph-Elemente des Menſchen, bei 800facher Vergrößerung. d. Blutkörperchen, von der Fläche geſehen. e. Eines von der Kante aus. f. Rolle von aneinandergeklebten Blutkörperchen. g. g. Farbloſe Lymphkörperchen. h. Fettbläschen (Oeltröpfchen) aus dem Chylus, welche dieſe Flüſſigkeit milchig machen.

Unter den Formbeſtandtheilen des Blutes, die ſich nur mit dem Mikroſkope unterſcheiden laſſen, fallen vor Allem die rothen Blutkörperchen ins Auge; kleine, runde, elaſtiſche Scheibchen, welche im Mittel $\frac{1}{300}$ Linie im Durchmeſſer haben. Unter dem Mikroſkope erſcheinen ſie von ſchwach gelblicher Farbe, während ihre Anhäufung in großen Maſſen dem bloßen Auge die erwähnten Farbennüancen entgegenſtellt. Bei dem Menſchen haben die Blutkörperchen die Geſtalt einer in der Mitte etwas vertieften kreisrunden Scheibe mit dickerem Rande, ſo daß man ſie nicht unpaſſend mit Münzen verglichen hat. Sie ſcheinen in ihrer Maſſe ganz homogen zu ſein; — wenigſtens ſind die Erſcheinungen, die man bald auf Anweſenheit eines Kernes, bald auf die eines leeren Raumes in ihrer Mitte zu deuten ſuchte, entweder nur optiſche Täuſchungen, oder durch die äußeren Einflüſſe bedingte Veränderungen. Bei den größeren ovalen Blutkörperchen der Fröſche tritt freilich ein Kern, der ſogar eine mittlere Auftreibung veranlaßt, auf das Deutlichſte hervor; — allein auch hier behauptet ein neuerer, genauer Beobachter, daß der Kern nur eine Gerinnungserſcheinung ſei, bedingt durch den Einfluß der Luft auf die Maſſe des Blutkörperchens, und daß in ſolchen Körperchen, die nicht mit der Luft in Berührung kommen, kein ſolcher Kern zu ſehen ſei. Man hat viel von einer feſteren

Hülle und einem flüssigen Inhalte der Blutkörperchen gesprochen; indessen dürfte man der Wahrheit näher kommen, wenn man annimmt, daß die Blutkörperchen im Ganzen aus einem schwammig aufgequollenen eiweißartigen Stoffe, dem sogenannten Globulin bestehen, dessen äußere Schicht bedeutend fester ist, und durch verschiedene Einflüsse sich bald faltet und zusammenzieht, bald aufquillt, und bis zum Platzen ausdehnt. Daß die Körperchen nur halbfest und elastisch seien, beweist namentlich die Untersuchung des Capillarkreislaufes in durchsichtigen Theilen solcher Thiere, welche, wie die Frösche, große Blutkörperchen besitzen. Sobald irgendwo an einem Zweige, an einer Beugung des Gefäßes eine Stockung der rasch dahinrollenden Blutkörperchen eintritt, wobei sie gedrängt und zusammengedrückt werden, so biegen sie sich auf die mannichfaltigste Art ein, und oft sieht man Blutkörperchen, welche, um in ein sehr enges Haargefäß einzudringen, sich einbiegen, eiförmig und länglich werden, bis sie in freiere Räume gelangend ihre ursprüngliche Form wieder annehmen. Im kreisenden Blute schwimmen alle Blutkörperchen einzeln und gleiten leicht an einander vorbei; — aus der Ader gelassen oder beim Stocken des Kreislaufes legen sie sich gern mit ihren glatten Flächen an einander und kleben auf diese Weise zusammen, so daß sie kleine Säulchen bilden, die etwa wie Geldrollen aussehen. Der schwammige, leicht aufquellende Stoff der Blutkörperchen ist äußerst empfindlich gegen Einwirkungen jeder Art. In reinem Wasser, in Flüssigkeiten von schwächerem Concentrationsgrade als die Blutflüssigkeit, quellen die Blutkörperchen durch Wassereinsaugung auf; in gesättigten Salz- und Zuckerlösungen schrumpfen sie ein, weil ihnen die Flüssigkeit Wasser entzieht. Andere Stoffe verändern sie durch chemische Einwirkung auf die mannichfaltigste Weise. Gase werden von ihnen mit großer Begierde eingeschluckt, und wie aus den oben angeführten Beobachtungen über die Existenz eines Kernes hervorgeht, können selbst Formveränderungen durch Gase hervorgebracht werden.

Zwischen den rothen Blutkörperchen findet man in wechselndem Verhältnisse farblose kuglige Körperchen von doppelter Größe, die deutlich aus einer äußeren durchsichtigen, sehr zarten Hülle, und einer innern Kernermasse bestehen, welche letztere bald zu einem Kerne zusammengeballt, bald mehr zerstreut im Innern der Hülle liegt. Beim Frosche kann man diese farblosen Blutkörperchen in den Capillargefäßen der durchsichtigen Schwimmhaut zwischen den anderen cirkuliren sehen. In ihrem äußeren Ansehen, in ihrem Verhalten gegen fremdartige Einwirkungen gleichen diese farblosen Körperchen durchaus denjenigen, welche man in der Lymphe findet, und es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Lymphkörperchen stets mit der Lymphe in das Blut ergossen, und so den gefärbten Blutkörperchen beigemengt werden.

Das Plasma oder die Blutflüssigkeit bildet eine klare, durchsichtige, ungefärbte Flüssigkeit, die so klebricht ist, daß sie sich zwischen den Fingern in dünne Fäden ziehen läßt. Es enthält diese Flüssigkeit eine große Anzahl von Stoffen aufgelöst, und wechselt, wie leicht begreiflich, in ihrer Zusammensetzung bedeutend, je nach der Aufnahme verschiedener Stoffe in die Blutmasse. Die klebrige Beschaffenheit der Blutflüssigkeit rührt hauptsächlich von Eiweiß her, welches in reichlicher Menge darin aufgelöst ist, und in keiner Weise chemisch sich von dem Eiweiße der Hühnereier unterscheidet. Ein zweiter Bestandtheil der Blutflüssigkeit, der durch seine besonderen Eigenschaften noch mehr in die Augen fällt, als das Eiweiß, ist der Faserstoff oder das Fibrin, der zwar in dem lebenden Plasma aufgelöst ist, aber fast unmittelbar gerinnt und sich ausscheidet, sobald das Blut aus der Ader gelassen wird oder auch nur längere Zeit in den Adern stockt. Eiweiß wie Faserstoff gehören einer merkwürdigen Gruppe zusammengesetzter organischer Stoffe an, welche man mit dem Namen der Blutbildner bezeichnen kann, und die sowohl im Pflanzen- als im Thierreiche weit verbreitet sind. Alle diese Stoffe, zu welchen als drittes wesentliches Glied der sogenannte Käsestoff gehört, welcher ebenfalls in der Blutflüssig-

keit, wenn auch nur in äußerſt geringer Menge vorhanden iſt, alle dieſe Stoffe, ſage ich, beſitzen nahe übereinſtimmende Eigenſchaften. Jeder derſelben kommt in einer löslichen und unlöslichen Modifikation vor. Ihre Zuſammenſetzung, ohne vollkommen identiſch zu ſein, nähert ſich doch bedeutend, und ihre Zerſetzungsprodukte ſind oft identiſch. Wenn gleich die Anſicht, wonach man glaubte, daß dieſe Stoffe Verbindungen eines organiſchen, aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff zuſammengeſetzten Körpers, einer organiſchen Baſis, die man Protein nannte, mit verſchiedenen Mengen von Schwefel und Phosphor ſeien; wenn gleich dieſe Anſicht längſt gefallen iſt, ſo unterliegt es doch keinem Zweifel, daß dieſe Stoffe viele Beziehungen zu einander haben, und ſich namentlich mit größter Leichtigkeit umtauſchen und einer in den anderen verwandeln können. Faſerſtoff, Eiweiß und Käſeſtoff unterſcheiden ſich übrigens leicht durch ihr Verhalten. Man kennt kein anderes Löſungsmittel des Faſerſtoffes in unzerſetztem Zuſtande, als das im lebenden Körper kreiſende Blut; — nach dem Tode, nach dem Ausfluſſe des Blutes aus den Gefäßen ſcheidet ſich der Faſerſtoff durch die Gerinnung aus. Das Eiweiß dagegen löſt ſich leicht im Waſſer, gerinnt aber, ſobald man dieſes über 60 Grad R. erhitzt, und läßt ſich durch Kochen vollſtändig ausſcheiden. Der Käſeſtoff endlich bleibt bei jeder Temperatur im Waſſer gelöſt, er gerinnt aber durch Zuſatz von Säuren oder von Lab (Schleimhaut des Kälbermagens) und ſchlägt ſich in Flocken nieder.

Sobald das Blut aus der Ader gelaſſen iſt, ſo gerinnt es. Dieſe Gerinnung iſt allein in dem Faſerſtoffe begründet, der ſich meiſt in der Form von kleinen mikroſkopiſchen Schollen und Blättchen aus dem Plasma niederſchlägt und anfangs alle Flüſſigkeit und alle Blutkügelchen in ſich einſchließt, ſo daß das Blut im Ganzen eine gelatinöſe, weiche Maſſe bildet. Nach einiger Zeit aber, bei fortdauernder Contraktion des Faſerſtoffes, preßt ſich die Flüſſigkeit nach allen Seiten heraus und dieſer Prozeß dauert ſo lange fort, bis ſich das geſammte Blut in zwei Theile geſchieden hat: eine gelbliche Flüſſigkeit, das Blut-

wasser oder Serum, und ein rothes, halbfestes Gerinnsel, der Blutkuchen oder Cruor. Verhindert man mittelst heftigen Schüttelns, Schlagens oder Quirlens des Blutes die Einschließung der Blutkügelchen durch den gerinnenden Faserstoff, so bildet sich kein Blutkuchen; — der Faserstoff setzt sich in Fäden und unregelmäßigen, weißlichen Flocken an die Stäbchen an, womit man das Blut schlägt und kann auf diese Weise vollständig aus dem Blute entfernt werden. Alle Blutkörperchen bleiben in Folge dieser Operation mit dem Serum zurück. Bei längerem Stehenlassen der rothen, ihres Faserstoffes beraubten Blutflüssigkeit, senken sich indeß die Blutkörperchen zu Boden und das helle gelbliche Serum schwimmt oben auf. Der Akt der Gerinnung ist demnach weiter nichts, als eine Ausscheidung des Faserstoffes aus dem Plasma. Das Serum ist entfaserstofftes Plasma, der Blutkuchen das Resultat der Verbindung des Faserstoffes mit den Blutkügelchen.

Auf welchem chemischen Prozesse die Gerinnung des Blutes beruhe, ist eine noch unerledigte Frage. So viel scheint gewiß, daß die Berührung mit dem Sauerstoffe der Luft den wesentlichsten Einfluß darauf habe, daß sie aber nicht die einzige Ursache dieses annoch räthselhaften Vorganges sei. Viele Substanzen, namentlich concentrirte Salzlösungen, hindern die Gerinnung ganz, andere verzögern sie.

Die Blutkörperchen sind spezifisch schwerer, als das Plasma; sie sinken in demselben zu Boden. Die Gerinnung des Blutes tritt aber meist so schnell ein, daß die Blutkörperchen keine Zeit haben, sich zu senken, weßhalb dann das ganze Blut zu einer gleichförmig rothen Masse gesteht. In sehr faserstoffhaltigem Blute aber verbinden sich die Blutkörperchen schnell zu Säulchen und Geldrollen; sie senken sich in diesem Zustande weit schneller, weil sie durch ihre Verbindung weniger Fläche darbieten und somit auch der Widerstand der Flüssigkeit gegen ihren Fall geringer ist. Der an der Oberfläche des Blutes gerinnende Faserstoff schließt dann keine Blutkörperchen ein; die rothe Farbe fehlt ihm demnach, er ist gelblich, fast ungefärbt und bildet eine

hautartige Ausbreitung auf der Oberfläche des Blutkuchens, die Speckhaut. Es ist eine bekannte Sache, daß diese Speckhaut sich stets auf stark faserstoffhaltigem Blute findet, bei entzündlichen Krankheiten, Schwangeren u. s. w., und daß ihre Bildung nicht auf einer zeitlichen Verzögerung der Gerinnung, sondern auf der durch die Säulchenverbindung bedingten schnelleren Senkung der Blutkörperchen beruht.

Sucht man die einzelnen Bestandtheile, welche das Blut enthält, nach den Substanzen zu ordnen, die man auf mechanische Weise durch das Mikroskop oder die Gerinnung unterscheiden kann, so erhält man folgende Resultate. Die Blutkörperchen bestehen ihrer größten Masse nach aus einem im Wasser löslichen eiweißartigen Körper, der mit dem Eiweißstoffe der Krystalllinse des Auges identisch ist und Globulin oder Krystallin genannt wurde. Dieser Stoff, der 1,1 Prozent Schwefel, aber keinen Phosphor enthält, findet sich nur in den Blutkörperchen, und seine absolute Menge beträgt auf 1000 Theile Blut etwa 125,6. Mit ihm ist in innigster Verbindung der rothe Farbestoff des Blutes, das Blutroth oder Hämatin, dessen Menge man auf 7,32 auf 1000 Theile Blut anschlagen kann und der namentlich dadurch merkwürdig ist, daß er die einzige Substanz des Körpers ist, welche Eisen in ziemlich bedeutender Menge enthält. Dieses Eisen ist ein nothwendiger Bestandtheil der Blutkörperchen. Die Bleichsucht beruht wesentlich auf dem Mangel dieses Metalles und wird durch seine Einführung in das Blut geheilt. Außer dem Eisen enthalten die Blutkörperchen noch von unorganischen Substanzen besonders Kali und Phosphorsäure, die sich in der Asche wiederfinden, und eine ziemliche Quantität verseiften Fettes, das man in mehrere Fette zerlegt hat.

Wir sahen so eben, daß das Serum des geschlagenen Blutes sich von der Blutflüssigkeit nur durch den Mangel des Faserstoffes unterscheidet. Die absolute Menge des Faserstoffes in 1000 Theilen Blut beträgt aber nicht mehr als 2,7, während der Eiweißgehalt im Durchschnitte 71,38 Theile beträgt. Da bei einem gesunden Blute der Faserstoff bei dem Gerinnen

sämmtliche Blutkügelchen in sich faßt, um mit ihnen den Blutkuchen zu bilden, so ist es ziemlich leicht, diese Eigenschaft zu benutzen, um durch dieselbe zu einer annähernden Schätzung der einzelnen Blutbestandtheile zu gelangen. Theilt man die bei einem Aderlasse erhaltene Blutmenge in zwei Theile und läßt die eine Hälfte ohne weitere Behandlung gerinnen und einen Blutkuchen bilden, während man die andere Hälfte quirlt und so den Faserstoff allein abscheidet, so braucht man nachher nur die Gewichte des ausgepreßten und getrockneten Faserstoffes zu bestimmen, um alle Elemente der Rechnung zu besitzen. Durch Subtraktion des Faserstoffgewichtes von dem Gewichte des Blutkuchens erhält man das Gewicht der Blutkörperchen. Ein gesundes Blut auf diese Weise behandelt, würde in 1000 Theilen einen Blutkuchen von 135 Theilen und 865 Theile Serum liefern. Durch Schlagen würde man daraus etwa 3 Theile Faserstoff erhalten, durch Kochen des Serums etwa 71 Theile Eiweiß. Wir würden demnach durch diese einfachen Operationen den ungefähren Gehalt des Blutes an Blutkörperchen, Faserstoff und Eiweiß erfahren, und aus der nach dem Kochen überbleibenden Flüssigkeit bei weiter fortgesetzter chemischer Behandlung noch die aufgelösten Salze und sonstigen Bestandtheile ermitteln können.

Diese letzteren, wenngleich in ihrer Menge gegen die übrigen Blutbestandtheile sehr zurückstehend, erscheinen dennoch von bedeutender Wichtigkeit für den Haushalt des Körpers. Manche dieser Stoffe sind nur deßhalb in so geringer Menge im Blute vorhanden, weil sie von den Drüsen beständig ausgeschieden werden; — andere gehen im Umschwunge des Kreislaufes zu Grunde und lassen sich deßhalb eher in dem Blute der einen als der anderen Adern nachweisen. So findet sich in der Blutflüssigkeit stets eine äußerst geringe Quantität von Käsestoff, von Harnstoff, von Gallenfarbstoff, von Traubenzucker, von Gallenfett und verschiedenen anderen verseiften und nicht verseiften Fetten. Nach der Ausrottung der Nieren nimmt der Harnstoffgehalt im Blute bedeutend zu, bei gehemmter Absonderung

der Galle und gestörter Lebensthätigkeit häuft sich der Gallenfarbstoff so sehr in dem Blute an, daß er endlich in den Geweben des Körpers abgesetzt wird und die Gelbsucht erzeugt. Dies sind also Stoffe, welche in dem Körper erzeugt und durch die Drüsen beständig abgeschieden werden, während Käsestoff und Zucker vom Darmkanale aufgenommen und letzterer wenigstens größtentheils in den Lungen zu Grunde geht, so daß er nur in dem venösen, nicht aber in dem hellrothen Blute gefunden werden kann.

Die anorganischen Bestandtheile, die man als Asche beim Verbrennen wiederfindet, sind durchaus eben so wichtig für den Haushalt des Körpers, als die organischen. Der Mensch kann eben so wenig ohne Kochsalz und phosphorsaure Salze leben, als ohne Eiweiß oder Fett. Die meisten Salze aber finden sich in dem Serum des Blutes aufgelöst. Kochsalz wiegt unter ihnen an Menge vor. Ihm zunächst stehen kohlensaure und phosphorsaure Alkalien, und zwar sind die anorganischen Bestandtheile so vertheilt, daß Phosphorsäure und Kali vorzugsweise in den Blutkörperchen, die Chlormetalle, das Natron, der Kalk und die Bittererde, Schwefelsäure und Kohlensäure dagegen in der Blutflüssigkeit enthalten sind. Die Menge und das Verhältniß der anorganischen Stoffe zu einander wechselt indeß außerordentlich, je nach der augenblicklichen Einsaugung und den entsprechenden Ausscheidungen. Brod und Körnernahrung vermehren die Menge der phosphorsauren Alkalien im Blute, Gemüse dagegen diejenige der kohlensauren Salze, indem die meisten organischen Pflanzensäuren beim Uebergange in das Blut sich in Kohlensäure verwandeln.

Vergleicht man die Zusammensetzung des Blutes im Ganzen mit derjenigen des Körpers, so wird man durch die Aehnlichkeit der Bestandtheile beider überrascht. Die Hauptorgane des menschlichen Körpers bestehen aus Eiweiß, Faserstoff und Fett, die sämmtlich in dem Blute nachgewiesen sind, und die Modifikationen dieser Stoffe, die wir in dem lebenden Körper finden, scheinen sämmtlich aus den im Blute vorhandenen Bestandtheilen

hervorgehen zu können. Die Auswurfsſtoffe fehlen ebenfalls nicht und die feuerbeſtändigen Stoffe der Aſche ſind ihren Elementen nach im Körper und im Blute gleich. Man kann demnach mit Recht ſagen, daß das Blut der aufgelöſte Organismus ſei. Wir werden in der Folge ſehen, wie in der That alle Stoffumwandlungen des Körpers in dieſer beſtändig kreiſenden Flüſſigkeit ihren Mittelpunkt finden, wie alles, was der Körper aufnimmt, durch das Blut an den Ort ſeines Verbrauches hingeſchafft, alles, was er ausſcheidet, ebenfalls an die Stelle der Ausſonderung gebracht wird, und wie auf dieſem Wege theils in der Blutmaſſe ſelbſt, theils in den Organen, welche von ihr durchlaufen werden, die mannichfaltigſten Metamorphoſen Platz greifen, deren Erforſchung zum größten Theile noch eine Aufgabe der Wiſſenſchaft iſt. Es darf demnach nicht verwundern, wenn die mannichfaltigſten individuellen und temporären Verſchiedenheiten in der Blutmiſchung ſich nachweiſen laſſen, da man dieſe gleichſam als von drei verſchiedenen Faktoren abhängig anſehen kann: von der individuellen Beſchaffenheit, von der Aufnahme fremder Stoffe und von der Ausſcheidung unnütz gewordener Subſtanzen. Daß das Ineinanderſpielen dieſer drei Einflüſſe die vielfachſten Wechſel erzeugen und ſomit der Unterſuchung die mannichfaltigſten Hinderniſſe entgegenſtellen müſſe, iſt klar. Vermehrt werden aber dieſe Hinderniſſe noch durch die Schwierigkeit und Länge der Unterſuchung an ſich und durch die Unzulänglichkeit der Mittel, welche die Chemie beſitzt, wenn es ſich darum handelt, kleine Mengen von Stoffen nachzuweiſen, die keine weſentlich charakteriſtiſche Reaktion beſitzen. Wenn man bedenkt, daß die ungemein kleine Menge von Kuhpockengift, welche beim Impfen in die Blutmaſſe gebracht wird, in dieſer eine ſo heftige Revolution bewirkt, daß Entzündung, Fieber, allgemeine Krankheit des ganzen Körpers, Ausſchlag und Pockenbildung die unmittelbare, und eine, Jahrelang andauernde Veränderung der Empfänglichkeit für die Pockenanſteckung die mittelbare Folge dieſes unbedeutenden Eingriffes ſind; wenn man andrerſeits bedenkt, daß die Menge des ſo

eingebrachten Stoffes so gering, so verschwindend klein und die dadurch bewirkte Veränderung der Blutmasse so unbedeutend ist, daß weder Mikroskop, noch chemisches Reagens bis jetzt darüber haben Auskunft ertheilen können, so muß man sich gestehen, daß trotz aller unserer mühevollen Untersuchungen es bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Vorgänge und Veränderungen, welche im Innern der Blutmasse Statt finden, wissenschaftlich klar darzulegen.

Die spezifischen Unterschiede der beiden Blutarten, nämlich des arteriellen oder hellrothen und des venösen oder dunklen Blutes, beruhen hauptsächlich auf der Farbe und auf der Menge der einzelnen Bestandtheile. Formverschiedenheiten zwischen den Blutkörperchen dieser beiden Blutarten haben selbst die gewiegtesten Mikroskopiker noch nicht mit Sicherheit entdecken können; der einzige dem bloßen Auge sogleich auffallende sichere Charakter ist die Farbe. Selbst in sehr verdünnter Lösung zeigt sich die Verschiedenheit der Nüancen noch deutlich. Das hellrothe Blut gerinnt schneller und sein Blutkuchen wird fester, als derjenige des venösen; das hellrothe Blut ist um 1° R. wärmer als das venöse. Das spezifische Gewicht des arteriellen Blutes ist auffallender Weise, den übereinstimmenden Beobachtungen der meisten Forscher zu Folge, geringer als dasjenige des dunkelrothen Blutes, eine Erscheinung, die mit dem größeren Wassergehalte des arteriellen Blutes zusammenhängt. In der That fand man bei einer vergleichenden Analyse des Pferdeblutes in 1000 Theilen Blut folgende Verhältnisse:

	Venöses Blut	Arterielles Blut
Eiweiß und Salze . .	81,23	78,03
Faserstoff	4,97	5,30
Blutkörperchen . . .	98,67	96,87
Wasser	815,13	819,80

Vergleicht man diese Zahlen unter einander, so findet man, daß das Verhältniß der Blutkörperchen und des Eiweißes zum Wasser etwa dasselbe in beiden Blutarten ist, daß aber nicht nur die relative, sondern auch die absolute Menge des Faser-

ſtoffes im arteriellen Blute bedeutender ausfällt. Wir müſſen dieſe Reſultate hinnehmen, ſo wie ſie die Chemie uns gibt; allein es iſt nicht zu verkennen, daß ſie mit den Ergebniſſen des Athmungsprozeſſes nur ſchlecht im Einklang ſtehen. Dieſem zu Folge ſollte das arterielle Blut weniger Waſſer enthalten, concentrirter ſein, als das venöſe, da in dem Athmungsprozeſſe Waſſer ausgeſchieden wird. In der That geben auch einige Chemiker das arterielle Blut als concentrirter und weniger wäſſerig an, als das venöſe; allein die Mehrzahl widerſpricht dieſer Behauptung. Vielleicht hängt der größere Waſſergehalt des arteriellen Blutes von der Zufuhr der Lymphe ab; dieſe iſt bekanntlich viel wäſſeriger als das Blut, und da ſie ſich unmittelbar von dem Herzen in den venöſen Strom ergießt, ſo betreffen die an venöſem Blute angeſtellten Unterſuchungen nur ſolches Blut, welchem ſich die Lymphe noch nicht beigemiſcht hat.

Der Gehalt an Gaſen, welche in dem Blute enthalten ſind, ſcheint ſehr nach den Umſtänden zu wechſeln. In einem ſpäteren Briefe werden wir genauer zu beſtimmen ſuchen, an welche Beſtandtheile des Blutes dieſe Gaſe gebunden ſind; hier genügt es zu wiſſen, daß man durch die Luftpumpe ſowohl, als auch durch Schütteln mit indifferenten Gasarten aus dem Blute Kohlenſäure, Sauerſtoff und Stickſtoff entwickeln kann, und zwar in folgenden Verhältniſſen.

1000 Vol. Blut geben:

	Pferdeblut		Kalbsblut	
	arterielles	venöſes	arterielles	venöſes
Kohlenſäure . .	70,2	47,0	71,0	55,6
Sauerſtoff . . .	25,0	12,0	28,1	9,6
Stickſtoff . . .	9,9	7,0	18,1	6,4
	105,1	66,0	117,2	71,6

Es geht aus einer einfachen Vergleichung hervor, daß das arterielle Blut im Ganzen bei weitem mehr Gaſe enthält, als das venöſe, und daß außerdem zwar die relative Menge des

Sauerstoffs bedeutend erhöht sei, dagegen auch die absolute Kohlensäuremenge bedeutender ausfalle, als im venösen Blute; ein Resultat, welches freilich leider eben so wenig mit den aus den chemischen Bedingungen des Athmungsprozesses hervorgehenden Thatsachen stimmt, als der Wassergehalt der beiden Blutarten. Jedenfalls ist die Untersuchung des Gasgehaltes des Blutes eine der schwierigsten in der organischen Chemie und die Sicherheit der dadurch zu gewinnenden Resultate bei weitem nicht so groß, als die aus der Untersuchung der Athmungsprodukte hervorgehenden Folgerungen.

Das Verhältniß der Gase zum Blute ist sehr eigenthümlich und höchst wichtig zum Verständniß des Athmungsprozesses. Sauerstoff mit dunklem Blut geschüttelt, färbt dasselbe hochroth und entbindet Kohlensäure; Kohlensäure mit arteriellem Blute geschüttelt, färbt dessen rothe Farbe dunkel und wird verschluckt, aber ohne daß Sauerstoff entbunden würde. Durch Schütteln des so dunkel gefärbten Blutes mit Sauerstoff wird die hochrothe Farbe wieder hergestellt.

Nach Jahre lang fortgesetzten Streitigkeiten über die Ursache dieser Farbenveränderungen scheint es endlich festgestellt zu sein, daß die dunkle Farbe, wie sie in dem venösen Blute sich zeigt, die natürliche des Blutfarbestoffes ist, die durch Anwesenheit oder Abwesenheit von Kohlensäure nicht im Mindesten verändert wird, während im Gegentheile der Sauerstoff augenblicklich die Veränderung der dunkeln Nüance in die hellrothe bewirkt.

So wie das Blut in stetem Kreislaufe, in beständigem, mechanischem Umschwunge durch den Körper sich befindet, so ist es auch in gleicher Weise in stetem Wechsel der Bestandtheile, in continuirlicher Umbildung, Zersetzung und Erneuerung begriffen. Schon an den Blutkörperchen selbst hat man die mannichfachsten Anzeigen beständiger Umbildung wahrzunehmen geglaubt. Die Einen werden sehr schnell von Reagentien angegriffen, während die Anderen, welche daneben liegen, nur sehr langsam der Zerstörung nachgeben; hier sieht man, in ganz gesundem Blute,

einzelne aufgeschwollene, scheinbar in Auflösung begriffene Körperchen; dort andere, in deren Innerem körnige Bildungen, Krümchen oder Kerne auf eine niedere Stufe oder Bildung deuten, während wieder andere, ohne Kerne, auf der höchsten Stufe der Entwickelung angekommen zu sein scheinen; in manchen Organen, wie namentlich in der Milz, findet man Blutkörperchen in Zellen eingeschlossen, in mancherlei Stufen der Auflösung oder Neubildung.

Die Neubildung des Blutes ist hauptsächlich durch ein sekundäres Gefäßsystem bedingt, welches mit dem Blutgefäßsysteme im Zusammenhang steht, und das man das Lymphsystem genannt hat. In allen Theilen des Körpers, mit Ausnahme der Knochen und des Gehirnes, finden sich feine, dünnwandige Kanäle, welche mit blinden Enden oder mit maschenförmigen Netzen in dem Gewebe beginnen, sich allmählich zu Stämmen zusammensetzen, die meist den Hauptblutgefäßen folgen, und endlich in einem großen Hauptstamm, dem Milchbrustgang, sich sammeln. Der Milchbrustgang läuft längs der Wirbelsäule im Innern der Brusthöhle hinan und ergießt sich in die linke Schlüsselbeinvene. Die Lymphgefäße zeichnen sich durch mehrere Eigenthümlichkeiten vor den Blutgefäßen aus. Vor allen Dingen enthalten sie eine so große Anzahl von inneren Klappen, daß sie meist, nach der Einspritzung, wie Perlschnüre aussehen. Außerdem sind ihre Wände dünner und die Zweige nur selten zu einzelnen Stämmen gesammelt. Selbst die größeren Stämme bilden mehr netzförmige Räume und nehmen sich etwa aus, wie ein mit reichlichen Inseln versehener Fluß. Außerdem sind die contraktilen Ringfasern in ihren Wänden bedeutend entwickelt und meist in verhältnißmäßig weit größerer Thätigkeit, als in den Blutgefäßen. Sie reagiren durch Zusammenziehung sehr intensiv auf äußere Reize, und es ist nicht selten, bei Operationen an lebenden Thieren Zusammenziehungen des Milchbrustganges und der größeren Lymphgefäße zu sehen. Diese Ringfasern sind indeß auch der einzige mechanische Apparat an den Lymphgefäßen zur Fortschaffung des

flüſſigen Inhaltes. Bei dem Blutgefäßſyſtem iſt der mechaniſche Apparat auf einen einzigen Centralpunkt, das Herz, zuſammengezogen; bei den Lymphgefäßen ſind die bewegenden Momente über den ganzen Verlauf verbreitet. Von Stelle zu Stelle, von der Peripherie gegen den Milchbruſtgang hin fortſchreitend, ziehen ſich die Ringfaſern zuſammen und preſſen die in dem Lymphgefäße enthaltene Flüſſigkeit nach beiden Richtungen hin aus. Allein dem Ausweg gegen die Peripherie hin ſtellen ſich die zahlreichen Klappen entgegen; die Flüſſigkeit wird demnach gegen den Milchbruſtgang hingetrieben. Sobald die Zuſammenziehung nachgibt und das Gefäß ſich öffnet, ſo ſtrömt natürlich von der Peripherie her wieder neue Lymphe ein, die durch eine neue Contraktion wieder weiter geſchafft wird.

Unſtreitig iſt indeß dieſe ſelbſtſtändige Zuſammenziehung der Lymphgefäße nicht das einzig wirkſame Moment zur Fortbewegung ihres Inhaltes. Man hat die Bemerkung gemacht, daß in ſtarren Theilen, die keiner ſelbſtſtändigen Bewegung fähig ſind, keine Lymphgefäße vorkommen, während ſie da, wo Muskelcontraktion und räumliche Wechſel aller Art ſich finden, in großer Anzahl vorhanden ſind. Der abwechſelnde Druck der umgebenden Theile wirkt gewiß ganz in derſelben Weiſe, wie die ſelbſtſtändige Contraktion. Er treibt die Flüſſigkeit vorwärts und bei ſeinem Aufhören ſtrömt wieder neue aus der Peripherie ein, welche, der Stellung der Klappen nach, bei erneuertem Drucke weiter befördert wird.

Die Anfänge der Lymphgefäße im Gewebe ſind noch nicht ſo bekannt, wie es wünſchbar wäre. Die Anordnung der Klappen, welche bis in die feinſten Aeſte hin ſich erhält, macht jede feinere Einſpritzung der letzten Zweiglein außerordentlich ſchwierig, und unter dem Mikroſkope gelingt es bei der hellen Farbe der darin eingeſchloſſenen Flüſſigkeit nicht leicht, die feinſten Lymphgefäße aufzufinden und in ihrem Verlaufe zu verfolgen. In den Zotten des Darmkanales beginnen die Lymphgefäße jedenfalls mit einem einfachen oder geſpaltenen Stamme, der gewöhnlich ein kolbiges Ende zeigt; in anderen Organen, wie namentlich

an der Leberoberfläche, zeigen ſich weitmaſchige Netze, aus Gefäßchen beſtehend, die einen weit bedeutenderen Durchmeſſer haben, als die Capillaren der Blutgefäße.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Lymphgefäße beſteht in den zahlreichen ſogenannten Drüſen, durch welche ſie hindurchgehen. Dieſe Gebilde, welche ſich namentlich am Halſe, in der Achſelgrube und der Schenkelbeuge, ſowie in dem Gekröſe des Darmes in ſehr großer Menge vorfinden, beſtehen aus kleinen, meiſt etwa Haſelnuß großen, bohnenförmigen halbfeſten Körpern, innerhalb deren ſich die Lymphgefäße in eine Menge verwickelter Zweige auflöſen, die vielfach unter einander zuſammen münden, eine nur ſehr dünne äußere Haut haben und ſeitliche Ausſackungen zeigen, die mit Drüſenſäckchen einige Aehnlichkeit haben. Welchen Zweck dieſe Verknäuelungen der Lymphgefäße, auf denen ſich zahlreiche Blutgefäße verbreiten, haben, iſt noch nicht ermittelt worden. Jedenfalls ſtockt die Fortbewegung der Lymphe in ihnen und deßhalb ſind es auch dieſe Drüſen, welche vorzugsweiſe bei Einſaugung fauliger Subſtanzen, ſowie in manchen Krankheiten, wie z. B. der Skrophelſucht, afficirt werden. Schon mancher Anatom hat eine kleine Verletzung, welche er ſich bei der Sektion einer in der fauligen Zerſetzung begriffenen Leiche zugezogen, mit den heftigſten Entzündungen und Vereiterungen der Achſeldrüſen büßen müſſen.

Der Beſchaffenheit der Flüſſigkeit nach, welche in den Lymphgefäßen nach dem Venenſyſtem zugeleitet wird, unterſcheidet man zwei Arten von Saugadern: die eigentlichen Lymphgefäße mit klarem, hellem, durchſichtigem Inhalte, welche aus allen Theilen des Körpers ſtammen, und die Chylus- oder Milchgefäße, welche von dem Darmkanal ausgehen, und ſich durch ein meiſt trübes, milchiges Anſehen der in ihnen enthaltenen Flüſſigkeit auszeichnen.

Die Lymphe ſelbſt, welche man ſchon in einigen ſeltenen Fällen aus Wunden am Fußrücken in ziemlich reichlicher Menge ſammeln konnte, bietet in morphologiſcher und chemiſcher Hinſicht viel Aehnlichkeit mit dem Blute dar. Sie gerinnt wie dieſes und bildet, indem ihr Faſerſtoff die in ihr enthaltenen

Körperchen umhüllt und einschließt, einen Kuchen wie das Blut, der nur dadurch sich unterscheidet, daß er farblos ist. Es schwimmen in ihr Körperchen, welche mit den farblosen Körperchen, die man im Blute in geringer Anzahl findet, identisch sind, und an denen man deutlich einen Kern und eine Schale unterscheiden kann; sie sind bedeutend größer als die Blutkörperchen.

Der Chylus oder Milchsaft unterscheidet sich nur durch seinen bedeutenden Gehalt an Fett von der Lymphe. Dies Fett ist in kleinen Tröpfchen oder Kügelchen in ihm abgelagert, und der Chylus erhält dadurch ein emulsionsartiges Ansehen. Die Menge dieses Fettes richtet sich durchaus nach der Nahrung. Bei hungernden Thieren ist der Chylus blaß, selbst ganz durchsichtig; bei Genuß von stärkemehlhaltigen Substanzen wenig trübe, mehr noch nach Fleisch und Milch, völlig weiß und undurchsichtig nach Genuß von Butter.

Je näher der Chylus und die Lymphe dem Blutgefäßsysteme kommen, desto ähnlicher werden sie auch dem Blute selbst, ohne indeß dessen Zusammensetzung gänzlich zu erreichen. Die Körperchen selbst, sowie die Flüssigkeiten werden allmählich röthlich, und namentlich scheint die Milz wesentlich zu dieser Röthung der Lymphe beizutragen. Indeß wandeln sich die Lymphkörperchen innerhalb des Milchbrustganges noch nicht in vollkommene Blutkörperchen um, eben so wenig als der Chylus selbst in seiner Zusammensetzung dem Blute gleicht. Eine nähere Vergleichung der Analysen beider Flüssigkeiten gibt die Unterschiede deutlich zu erkennen.

In 1000 Theilen	Pferd		Katze	
	Blut	Chylus	Blut	Chylus
Faserstoff	2,80	0,75	2,40	1,3
Körperchen	92,80	4,00	115,90	
Eiweiß	80,00	31,00	61,00	48,9
Extractivstoffe	5,20	6,25		
Fett	1,55	15,00	2,70	32,7
Chlornatrium	—	—	5,37	7,1
Alkalisalze	6,70	7,00	1,63	2,3
Erdsalze	0,25	1,00	0,49	2,0
Eisenoxyd	0,70	Spuren	0,51	Spuren
Wasser	810,00	935,00	810,00	905,7

Die Unterschiede beider Flüssigkeiten springen in die Augen. Während der Chylus im Ganzen wasserhaltiger ist, als das Blut, so bieten die relativen Faserstoff- und Eiweißmengen nur geringe Verschiedenheiten dar; die in dem Blute enthaltenen Körperchen dagegen werden in dem Chylus durch eine bedeutende Menge von Fett gewissermaßen ersetzt. Auch die Extraktivstoffe wiegen in dem Chylus bedeutend vor und ebenso sind die Salze relativ in weit bedeutenderer Menge im Chylus als in dem Blute vorhanden. Der Milchsaft bietet demnach eine beständige Ersatzquelle des Faserstoffes und Eiweißes, während er zugleich einen Ueberschuß von Fett, Salzen, Extraktivstoffen und Wasser in das Blut überführt. Noch mehr als der Chylus nähert sich die Lymphe, da sie weit weniger Fett enthält, in ihrer Zusammensetzung dem Blute. Sie ist eine verdünnte Blutflüssigkeit, in welcher im Verhältniß zum Eiweiß und Fett die löslichen Salze und Extraktivstoffe vorwalten.

Berücksichtigt man nun, daß die Lymphe und der Chylus in unmittelbarer Nähe des Herzens in die Schlüsselbeinvene ergossen werden und nur das rechte Herz und die Lungen zu durchlaufen haben, um in den arteriellen Blutstrom zu kommen, so läßt sich schon a priori das wahrscheinliche Schicksal der einzelnen Bestandtheile des Chylus und der Lymphe errathen. Das überschüssige Wasser dunstet theils in den Lungen aus, theils wird es in den Nieren abgeschieden. Die Lymphkörperchen bilden sich im Blutstrome allmählig zu Blutkörperchen um; die überschüssigen Salze werden in den Nieren, dem Sekretionsorgan der salzigen Bestandtheile, entfernt, Faserstoff und Eiweiß bleiben in dem Plasma und ersetzen die demselben durch die Ernährung der Theile zugefügten Verluste. Das Fett löst sich großen Theils im Plasma auf und wird von diesem an bestimmten Orten abgesetzt.

Die Abhängigkeit, in welcher die Bildung des Chylus von der Art der Nahrung steht, ist so groß, daß man mit vollem Rechte zur Aufstellung des Satzes berechtigt ist, daß der Chylus zweier gleich genährter Thiere aus verschiedenen Gattungen nicht

so verschieden ist, als derjenige zweier ungleich genährter Thiere derselben Gattung. Es beweist dies auf das Bestimmteste, daß den auffaugenden Milchgefäßen des Darmes keine Auswahl unter den ihnen dargebotenen Stoffen des Darminhaltes frei steht, sondern daß sie aufnehmen, was gerade absorptionsfähig ist. Stände ihnen eine Auswahl zu, so würde die Qualität des Milchsaftes nicht zu den Nahrungsmitteln in einem Abhängigkeitsverhältniß stehen, sondern vielmehr bei einer und derselben Thiergattung stets dieselbe Zusammensetzung haben, was, wie erwiesen ist, nicht statt hat. Da mithin der Chylus in so naher Wechselwirkung mit dem Blute und der Blutbereitung steht, so ist diese auch wieder durchaus von der Art der Ernährung abhängig, und es ist sonach von der größten Wichtigkeit für die Wohlfahrt des ganzen Körpers, daß die Aufnahme von Nahrungsmitteln den Bedürfnissen der Blutmasse gehörig angepaßt sei. Wir werden in einem der folgenden Briefe darzuthun versuchen, daß die Milchgefäße hauptsächlich die Regenerationsquelle des Blutplasma's bilden, daß demnach von ihnen die normale Ernährung des Körpers großen Theils abhängt, während trotz der starken, in den Blutgefäßen des Darmes thätigen Auffaugung, diese weniger die normalen, als die zufälligen Bestandtheile des Plasma's aufnehmen.

Dritter Brief.

Die Verdauung.

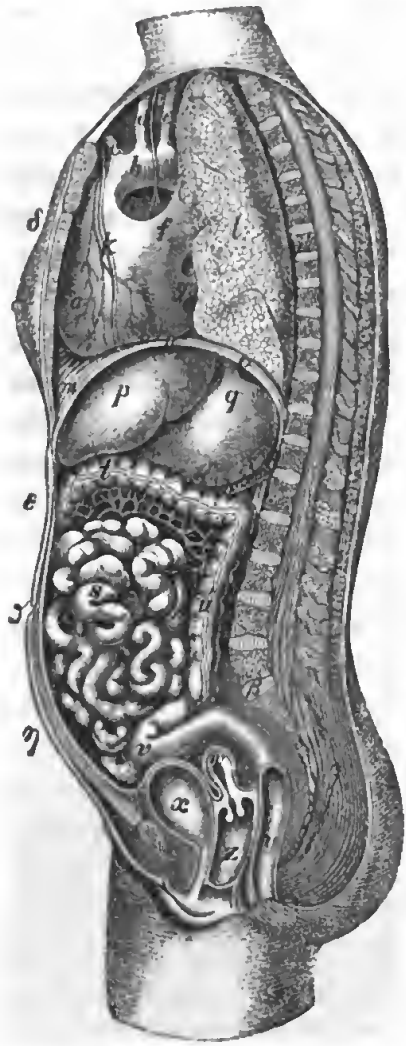


Fig. 8. Der Rumpftheil eines weiblichen Körpers, senkrecht durchschnitten, um die Lage der Brust- und Bauch-Eingeweide zu zeigen.

a. das Herz. b. Bogen der Aorta. c. Gemeinschaftlicher Stamm der rechten Hals- und Schlüsselbeinschlagader. d. Linke Halsschlagader (Carotis). e. Linke Schlüsselbeinschlagader. f. Lungenschlagader. g. Lungenvene. h. Lungenfell. i. Herumschweifender Nerv (N. vagus). k. Zwerchfellsnerv. l. Linke Lunge. m, n, o. Zwerchfell. p. Linker Leberlappen. q. Mündung des Schlundes in den Magen (Cardia). r. Magen. s. Windungen des Dünndarms. t. Querdarm. u. Absteigender Theil des Dickdarmes. v. Biegung desselben w. Gebärmutter (Uterus). x. Harnblase. y. Mastdarm. z. Scheide. α. Das Schambein (Os pubis) quer durchgesägt. β. Lendenwirbel. γ. Rückenwirbel, nach rechts davon das Rückenmark in dem Kanal der Wirbel und darauf die Darmfortsätze der Wirbel mit den Muskelmassen des Rückens. δ. Die vordere Brustwand. ε, ϑ, η. Die Muskelwand des Bauches.

Die Maſchine des Organismus bedarf einer beſtändigen Speiſung, einer ſteten Zuführung von Subſtanzen, aus welchen die im Umſchwunge des Stoffwechſels zerſetzten Theile und Gewebe wieder aufgebaut werden. Zu dieſer Stoffaufnahme hat die Natur in dem thieriſchen Körper ein eigenthümliches Rohr geſchaffen, welches in den höheren Thieren an beiden Enden geöffnet iſt; einerſeits um die zur Nahrung beſtimmten Subſtanzen aufzunehmen, und am anderen Ende, um die Reſte, welche nicht aufgenommen wurden, auszuwerfen. Dies Rohr heißt der Darmkanal oder Nahrungskanal. Seine äußeren Formen, ſo wie ſeine inneren Bildungen wechſeln in größter Mannichfaltigkeit, je nach der Beſchaffenheit der Nahrung und der Eigenthümlichkeit der Gattung. Im Allgemeinen beſitzen fleiſchfreſſende Thiere ein kürzeres, weniger gewundenes Darmrohr, an welchem nur ein größerer Behälter, der Magen, angebracht iſt; pflanzenfreſſende Thiere ſind mit längerem, vielfach gewundenem Darmſchlauche verſehen, und nicht nur iſt der Aufnahmebehälter, der Magen, öfter mehrfach vorhanden, ſondern auch an anderen Stellen ſind zuweilen ſeitliche Ausſtülpungen, Blinddärme angebracht, in welchen die der Verdauung unterworfenen Nahrungsſtoffe länger verweilen. Die innere Bildung des Darmrohres ſelbſt iſt, bei den höheren Thieren namentlich, nach einem und demſelben Typus angelegt.

Man unterſcheidet drei Schichten: die äußerſte ſeröſe oder Bauchfellſchicht, die mittlere Muskelſchicht und endlich die innere Schleimhautſchicht, welche unmittelbar mit dem Inhalte des Darmes in Berührung ſteht. Die äußerſte Schicht wird aus einer ſehr glatten, ſchlüpferigen, ſehnigen Haut gebildet, deren glänzende, ſtets feucht erhaltene Oberfläche das Gleiten der Darmſtücke bei ihren Bewegungen ſehr befördert. Dieſe Schicht iſt eine Fortſetzung des die ganze Bauchhöhle auskleidenden Bauchfelles, das an der inneren Fläche der Wände der Bauchhöhle, am Zwerchfelle und der Rückenwirbelſäule befeſtigt iſt und beim Ueberziehen des Darmes Duplikaturen bildet, an denen der Darm hängt, etwa wie die umgeſchlagene Laufröhre an einem

Vorhange. Obgleich der Darm auf dieſe Weiſe in ſeiner ganzen Länge befeſtigt iſt, ſo wird dennoch ſeinen Bewegungen ein weiter Spielraum gelaſſen, in dem das Gekröſe, welches von den erwähnten Duplikaturen des Bauchfelles gebildet wird, vielfach zuſammengefaltet iſt. Die Bewegungen des Darmkanales gehen von der mittleren Muskelſchicht des Darmrohres aus. Von dem Schlunde und Magen an zieht ſich dieſe Schicht einfacher, dem Willen nicht unterworfener Muskelfaſern bis zu dem Ende des Darmkanales fort. Ihrer großen Maſſe nach beſteht dieſe Muskelſchicht aus queren Muskelfaſern, die ringförmig um das Darmrohr herumlaufen, und durch ihre, der Willkühr nicht unterworfenen Zuſammenziehungen wellenförmig von oben nach unten fortſchreitende Bewegungen veranlaſſen, welche die Phyſiologen mit dem Namen der periſtaltiſchen Bewegungen zu bezeichnen gewohnt ſind. An einzelnen Abtheilungen des Darmes, wie namentlich im Magen, findet man dagegen in mehrfacher Richtung ſich kreuzende Muskelfaſern, ſo daß die Bewegungen dieſer Theile eine größere Mannichfaltigkeit beſitzen. Während ſo die mechaniſche Funktion des Darmrohres, die Aufnahme, Fortbewegung und Ausſtoßung der Nahrungsmittel, der Muskelſchicht anheimfällt, iſt die chemiſche Funktion weſentlich in der innerſten Schleimhautſchicht concentrirt. Durch dieſe Schicht werden verſchiedene Säfte abgeſondert, ohne deren Mitwirkung die Verdauung nicht zu Stande kommen könnte, und durch dieſelbe Schicht werden alle Subſtanzen aufgenommen, die aus den Nahrungsmitteln in das Blut und in den Haushalt des Körpers übergeführt werden ſollen. Die Bildung dieſer Schleimhautſchicht iſt eine ſehr verſchiedene, je nach den verſchiedenen Abſchnitten des Darmes. In dem Magen finden ſich faſt nur cylindriſche Drüſenſäcke, einer neben den andern geſtellt, wie hohle Palliſaden, die ſogenannten Labdrüſen, welche vorzugsweiſe den Magenſaft abſondern. Gegen die Muskelſchicht hin ſind dieſe Labdrüſen kolbenförmig abgeſchloſſen. Die von ihnen abgeſonderte Flüſſigkeit bildet mit den abgeſtoßenen cylindriſchen Zellen, welche ihre innere Fläche überziehen, einen zähen

Schleim, der ſich nach und nach mit den Nahrungsmitteln auf das Innigſte mengt. Schon auf der Pförtnerklappe des Magens, bei dem Uebergang in den Zwölffingerdarm, nimmt die im Magen ſammetartig ebene Schleimhaut einen anderen Charakter an. Es erheben ſich auf ihr kleine Falten, die ſtets höher, zuletzt cylindriſch oder zungenförmig werden, und die man in dieſer Form die Darmzotten genannt hat. Dieſe Schleimhautzotten beſtehen aus einer unbeſtimmt faſerigen blaſſen Grundmaſſe, mit einem regelmäßigen Ueberzuge von cylindriſchen Zellen, der ſich faſt wie ein Handſchuhfinger abſtreifen läßt. In der Achſe der Zotte findet ſich der Anfang des Lymphgefäßes, in der hellen, mit ſpindelförmigen Kernen durchſäeten Grundmaſſe verzweigen ſich die Blutgefäße, welche meiſt aus einer kleinen Arterie ſtammen und in eine einzige Vene ſich ſammeln. Es umſpinnen dieſe Blutgefäße die Zotte von allen Seiten, ſo daß man ſich die Zotte im Ganzen etwa unter dem Bilde eines Fingers verſinnlichen kann, der mit einem geſtrickten Handſchuh überzogen iſt, ſo daß der Knochen dem in der Achſe verlaufenden Milchgefäße, Fleiſch und Haut dem Gewebe und der geſtrickte Handſchuh dem Blutgefäßnetze entſprechen wird. Die Schleimhautzotten haben nirgends Oeffnungen; alle Stoffe, welche durch ſie aufgenommen werden ſollen, können nur in flüſſigem Zuſtande durch die auskleidende Zellenſchicht hindurch in die Blutgefäße und in den im Centrum der Zotte befindlichen Lymphkanal gelangen. Aeltere Anatomen, welchen die Struktur der Zellen des thieriſchen Körpers noch unbekannt war, hielten die dunkeln Kerne dieſer Zellen für Oeffnungen in den Zotten, und ſchloſſen daraus, daß die Lymphgefäße mit offenen Enden die Stoffe auffaugten; neue Unterſuchungen haben die wahre Natur dieſer dunkeln Punkte und die Struktur der letzten Enden der Lymphgefäße dahin aufgeklärt, daß die vermeinten Oeffnungen ſolide Kerne ſind, welche in der das kolbige Ende des Lymphgefäßes umgebenden Maſſe der Zotte liegen.

Die Verdauung als ſolche, d. h. die Veränderung, welche die Speiſen innerhalb des Darmrohres von der Mundhöhle an

bis zu ihrem Austritte erleiden, ist ein rein chemischer Prozeß, der, unter denselben Bedingungen außerhalb des Körpers wiederholt, ganz dieselben Resultate liefern würde. Es treten hier nicht, wie man so oft geglaubt hat, besondere vitale Kräfte ins Spiel, deren Analyse uns unmöglich ist; das Leben des Organismus ist nur insofern dabei thätig, als es die zu verdauenden Stoffe in der nöthigen Temperatur erhält, die zur Zersetzung dienenden Säfte und Reagentien liefert, die Filter zur Abscheidung der gelösten Substanzen herstellt und endlich die zur Fortschaffung der ungelösten Stoffe angewiesenen Kräfte in Anwendung bringt. Der Prozeß der Verdauung selbst aber ist der unmittelbaren Einwirkung des Organismus eben so gut entzogen, als jeder andere chemische Prozeß im Körper. Man hat schon oft darauf aufmerksam gemacht, daß die zur Verdauung vom Körper angestellten Operationen denen des Chemikers in vielen Beziehungen ähneln. Zuerst wird die Substanz zwischen den Zähnen zerkleinert, zerschnitten, zerrieben und mit einer fast indifferenten, sehr wässerigen Flüssigkeit, dem Speichel, gemischt. Nachdem sie so zur Einwirkung der verschiedenen lösenden Flüssigkeiten vorbereitet ist, wird sie in einer größeren Blase, dem Magen, dann in einem längeren Rohre, dem dünnen und dicken Darme, mit verschiedenen Säften ausgezogen, die Lösungen durch die Schleimhaut abfiltrirt und von Blut- und Lymphgefäßen aufgenommen, und der unbrauchbare Rest endlich, nach vollendeter Operation, weggeworfen.

Das Kauen und die dabei stattfindende Tränkung der Nahrungsmittel durch die Mundflüssigkeit, welche aus dem Mundschleime und der Absonderung der verschiedenen Speicheldrüsen zusammengesetzt ist, hat vor Allem nur den oben bezeichneten mechanischen Einfluß der Zerkleinerung und Einweichung. Der Speichel enthält nur außerordentlich wenig feste Bestandtheile, unter denen indeß ein äußerst kräftiger Gährungsstoff sich befindet, welcher gekochte Stärke oder Kleister fast unmittelbar in Zucker umsetzt. Diese gährungserzeugende Kraft des Speichels auf gekochte Stärke wird selbst durch die spätere Beimischung

des sauren Magensaftes nicht aufgehoben, die Umsetzung selbst aber wird befördert durch den Sauerstoff der Luft, von der beständig eine gewisse Quantität bei dem Kauen in den schleimigen Speichel eingeschlossen und dann beim Hinabschlucken in den Magen befördert wird. Wenn also die Speichelflüssigkeit einerseits das Hinabschlucken trockener Stoffe erleichtert und durch Verflüssigung der im Munde befindlichen Stoffe die Geschmacksempfindung vermittelt, so leitet sie andrerseits die Verdauung und Umsetzung der stärkemehlhaltigen Substanzen ein, welche immer weit schwieriger von Statten geht, als die des Fleisches und der übrigen blutbildenden Stoffe, wie z. B. des Faserstoffes und Eiweißes. Deßhalb sehen wir auch bei fleischfressenden Thieren das Kauen und die Einspeichelung nur sehr unvollständig geschehen; ihr Speichel selbst ist wässeriger und weniger schaumig. Pflanzenfresser dagegen haben Backzähne mit stumpfen breiten Kronen, zum Mahlen und Zerreiben tauglich, sie kauen die Nahrung vollständig und verwandeln sie schon im Munde mit Beihülfe eines schaumigen, sehr lufthaltigen Speichels in einen Brei, der sogar bei den Wiederkäuern zum zweiten Male aus dem Magen in die Mundhöhle heraufbefördert wird, um von Neuem zerkleinert und mit einer neuen Sauerstoffmenge durchknetet zu werden.

Der Bau der hinteren Theile des Mundes, des Gaumens und der Rachenhöhle ist vorzüglich darauf berechnet, den Bissen auf seinem richtigen Wege zu erhalten, und ihn weder nach oben in die hinteren Nasenöffnungen, noch nach vorn in den Kehlkopf und die Luftröhre ausweichen zu lassen. Das weiche Segel des Gaumens, das im Hintergrunde der Mundhöhle herabhängt, bildet gewissermaßen einen Teppichvorhang, den der Bissen wegdrängen und aufheben muß, um in den Schlund zu gelangen. Von der Seite her wirken die Gaumenbogen, welche man bei geöffnetem Munde sieht, durch ihr Zusammentreten. So von allen Seiten eingeschlossen und gedrängt, schlüpft der Bissen unter dem Gaumensegel durch und über den Kehldeckel weg in den Anfang des Schlundes, von wo er durch die

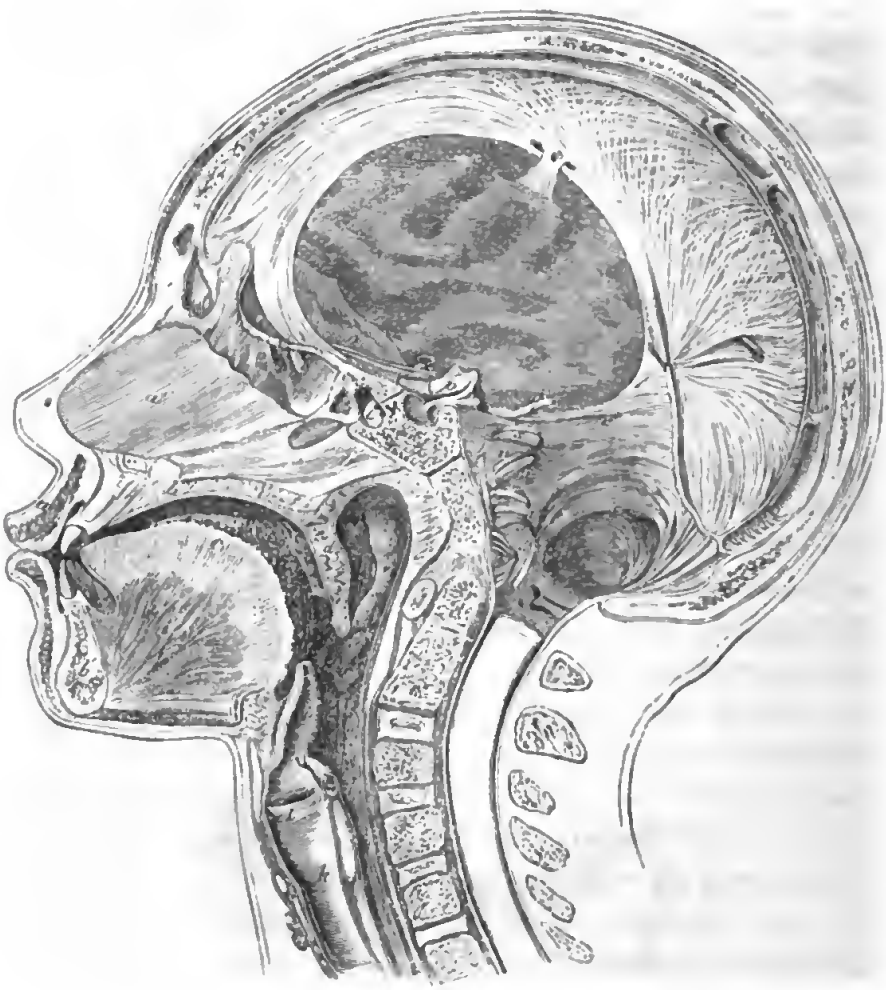


Fig. 9.

Längsdurchſchnitt des Kopfes und oberen Halſes in der Mittellinie.

a. Oberlippe. a'. Naſenſcheidewand. b. Der knöcherne Gaumen, der die Naſenhöhle von der Mundhöhle trennt. c. Zunge. d. Der weiche Gaumen, der wie ein Segel zur Abſcheidung der Rachen- und Naſenhöhle hinter der Zunge herabhängt. e. Das Zäpfchen. f. Die hintere Oeffnung der Naſenhöhle in die Rachenhöhle. g. Rachenhöhle. h. Kehldeckel. i. Stimmritze. k. Kehlkopf. l. Schlund. Die übrigen Buchſtaben der Figur finden ſpäter ihre Erklärung.

Zuſammenziehung der Muskelfaſern abwärts in den Magen getrieben wird. Die Oeffnung der Stimmritze im Kehlkopfe bietet eine ganz beſondere Schwierigkeit auf dieſem Wege. Die

Rachenhöhle hinter dem Gaumenſegel iſt der Kreuzungspunkt des Luftweges und des Nahrungsweges. Das regelrechte, geſundheitsgemäße, ruhige Athmen geſchieht durch die Naſe bei geſchloſſenem Munde. Die Luft ſtreicht durch die Naſengänge und die hinteren Naſenöffnungen in die Rachenhöhle, von da durch die Stimmritze in den Kehlkopf (den ſogenannten Adamsapfel) und weiter durch die unmittelbar unter der Halshaut gelegene Luftröhre in die Lungen. Die Speiſeröhre liegt unmittelbar an der Wirbelſäule an — jeder Biſſen ſtreicht alſo über die Stimmritze weg nach hinten in die Speiſeröhre — jeder Athemzug durchſetzt quer den Speiſeweg. Der Kehldeckel ſchließt die Stimmritze beim Hinabſchlucken — er klappt ſich nach hinten über. Iſt dieſer Schluß unvollſtändig, ſo gelangt leicht der Biſſen an die Stimmritze, die äußerſt empfindlich iſt, oder ſelbſt in den Kehlkopf. Huſten, Erſtickungszufälle ſind die Folgen des Verſchluckens.

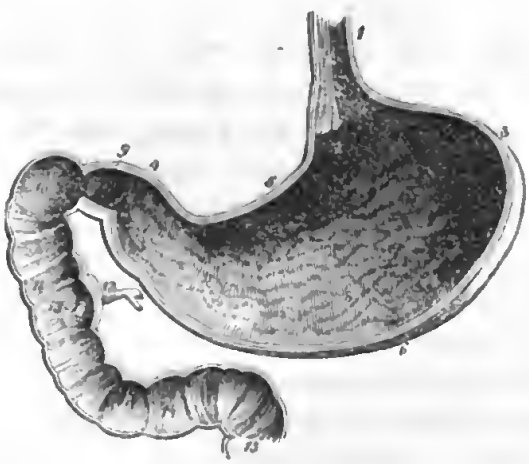


Fig. 10. Der Magen in Verbindung mit dem Zwölffingerdarm und dem unteren Ende der Speiſeröhre, ſo aufgeſchnitten, daß man die innere Fläche ſieht. 1. Das längsgefaltete, untere Ende des Schlundes. 2. Oeffnung des Schlundes in den Magen (Cardia). 3. Der Magengrund. 4. Pförtnertheil. 5. Die kleine obere Krümmung. 6. Die große Magenkrümmung. 7. Der Eingang zum Pförtner. 8. Höhle des Magens. 9. Pförtner (Pylorus). 10. Quertheil. 11. Abſteigender Theil des Zwölffingerdarms. 12. Gallengang und Pankreasgang. 13. Mündung dieſer Ausführungsgänge in den Darm. 14. Unteres Ende des Zwölffingerdarms. 15. Dünndarm.

Die Nahrungsmittel gelangen auf dieſe Art ſchluckweiſe, in Form von Biſſen, ſobald ſie feſt ſind, in den Magen, einen einfachen Sack mit dünnen, muskulöſen Wänden. Es iſt eine faſt allgemein verbreitete Anſicht, nicht nur unter dem Volke, ſondern ſelbſt unter den Gebildeten, daß der Magen eine zweite mechaniſche Zerkleinerung vornehme, daß er die Speiſe von Neuem zerreibe. Dies iſt durchaus falſch, und von der Anſicht der Mägen des uns gewöhnlich zur Speiſe dienenden Geflügels, der Hühner und Enten, hergeleitet, die freilich einen zur Zerreibung der Körner eingerichteten, mit ſtarken Muskelmaſſen verſehenen Magen haben. Bei dem Menſchen beſchränkt ſich die Thätigkeit der Muskelwände auf unbedeutende Zuſammenziehungen und Aufblähungen, wodurch der Inhalt des Magens im Sacke von oben nach unten gegen die Pförtnerklappe hin getrieben und wenn er nicht durch dieſe hinaus in den Darm tritt, wieder längs des oberen Magenrandes nach der Eintrittsöffnung zurückbewegt wird, ſo daß der Speiſebrei (Chymus) im Kreiſe herum längs der Magenwände ſich fortwälzt.

Die Magenbewegungen ſind gewöhnlich ſo unmerklich, daß bei geſunden Perſonen keine Empfindung derſelben ſtattfindet. Sie werden aber dann beſonders empfindlicher, wenn ſie bis zum Erbrechen ſich ſteigern. Gewöhnlich geht dieſem Akte eine gewaltige Depreſſion der ganzen Lebensthätigkeit voraus, Fröſteln und Bläſſe, Zittern, langſames Athmen, kleiner Puls und ſelbſt Ohnmacht ähnliche Zuſtände. Zugleich fühlt man die wurmförmigen Bewegungen des Magens, beſonders in der Pförtnergegend, auf das Deutlichſte. Bei dem Brechakte ſelbſt zieht ſich beſonders der Pförtner kraftvoll zuſammen und führt gewiſſermaßen einen Stoß gegen den Mageninhalt aus. Zugleich aber wirken noch kräftiger die Zuſammenziehungen der Bauchmuskeln und des Zwerchfells, die gewöhnlich noch dadurch unterſtützt werden, daß der Magen durch eingeſchluckte Luft aufgebläht wird. Die Wirkung der Bauchmuskeln iſt ſo bedeutend, daß durch ihre Zuſammenziehung allein ſogar Erbrechen bei Thieren erzeugt werden kann, denen man den Magen

herausgeschnitten und an seiner Statt eine gefüllte Schweinsblase eingesetzt hatte. Wenn man aber aus dem Gelingen solcher Versuche schloß, daß der Magen durchaus unthätig bei dem Erbrechen sich verhalte, so war dies wieder eine zu weit getriebene Folgerung, da man durch Gegenversuche beweisen kann, daß die erwähnten Zusammenziehungen des Magens und besonders des Pförtners einen wesentlichen Einfluß üben. Jeder Theil für sich allein, der Magen und die Vereinigung der die Bauchhöhle umgebenden Muskeln, können das Erbrechen bewirken, in gewöhnlichen Fällen arbeiten aber beide gemeinschaftlich.

Nach dem Erbrechen treten ganz ähnliche Erscheinungen ein, wie nach einem Fieberanfalle. Die Wärme kehrt in die Extremitäten zurück, die Haut röthet sich, wird feucht und weich, die verschiedenen, das Nervensystem betreffenden Erscheinungen verschwinden. Zuweilen folgt noch eine höchst unangenehme, schmerzliche Periode nach, in welcher der krampfhaft zusammengezogene Magen sich selbstständig aufbläht und Luft von außen durch die Speiseröhre einzieht. Nach und nach tritt Alles wieder in das gewöhnliche Geleise, wenn nicht, wie bei der Seekrankheit, die Ursachen des Erbrechens anhaltend fortdauern.

Diese Ursachen können aber eben so gut in dem Magen selbst, als in anderen Theilen sich finden. Viele Magenkrankheiten sind constant von Erbrechen begleitet. Mechanische Reizungen, wie z. B. Stöße auf die Herzgrube, Krankheiten der benachbarten Eingeweide, erregen oft diese regelwidrigen Zusammenziehungen. Auch solche Einwirkungen, welche eine heftige Zusammenziehung der Bauchmuskeln bewirken, wie starker Husten, plötzliches Eintauchen in kaltes Wasser, können endlich zum Erbrechen führen. Reizungen der Zungenwurzel, des Gaumens, des Zäpfchens, erregen eben so gewiß Erbrechen, als gewisse Arzneien, unter denen der Brechweinstein und die Brechwurzel (Ipecacuanha) oben anstehen. Besonders wichtig ist aber auch noch die Sympathie des Magens und des Gehirnes. Häufiges Erbrechen ist oft das einzige Symptom, durch welches sich eine beginnende Hirnentzündung der Kinder verräth. Das halbseitige

Kopfweh, die Migräne, ist oft nur ein Symptom von Magenverstimmungen und wird andererseits gewöhnlich durch Erbrechen beendigt. Hirnerschütterungen durch Schläge und Fall pflegen fast immer Erbrechen hervorzurufen. Auch die erwähnten Brechmittel wirken nicht durch unmittelbaren Angriff des Magens, sondern durch Umstimmung des Nervensystemes. Denn Brechweinstein in das Blut gespritzt zeigt ganz dieselben Wirkungen, wie wenn er in den Magen gebracht worden wäre. Damit hängt es denn auch zusammen, wenn heftige Gemüthsaffekte und gewisse Vorstellungen und Sinnesanschauungen je nach der größeren oder geringeren Empfänglichkeit Ekel und Erbrechen erzeugen.

Das einzige Element, wodurch die Verwandlung der Speisen in einen gleichförmigen Brei bewirkt wird, ist der Magensaft, eine schwach saure Flüssigkeit, welche von den so zahlreichen Labdrüsen der Magenschleimhaut abgesondert wird. Schon ältere Versuche hatten diese Einwirkung des Magensaftes als unzweifelhaft dargestellt. Man hatte von Hühnern, Enten und Hunden kleine Blech- und Holzbüchschen verschlingen lassen, deren Wände durchlöchert waren, so daß die darin enthaltenen Nahrungsstoffe zwar von dem Magensafte durchdrungen werden, die Speisen selbst aber in keine Berührung mit den Magenwänden kommen konnten. Indem man nach einigen Stunden die Büchschen wieder an den Fäden, woran man sie befestigt hatte, hervorzog, konnte man die Einwirkung der stattgehabten Verdauung beurtheilen. Man fand dann die Büchschen leer; — die darin enthaltenen Substanzen waren aufgelöst, verdaut worden durch die alleinige Einwirkung des Magensaftes.

Aus Versuchen an Hunden hat man berechnet, daß ein Mensch von 130 Pfund Gewicht im Durchschnitte etwa 13 Pfund Magensaft täglich absondert, in welchem sich 1 bis höchstens 2 Prozent feste Stoffe in Wasser aufgelöst befinden. Gewöhnlich ist der Magensaft sauer, in ganz nüchternem Zustande, wo indessen verhältnißmäßig nur wenig abgesondert wird, zeigt aber der Magensaft oft diese saure Reaktion nicht. Man hat viel

über die Natur der freien Säure geſtritten, ohne zu einem vollſtändigen Abſchluß in dieſer Hinſicht zu gelangen. Doch ſcheint es jetzt ſicher, daß nur Milchſäure im Magenſafte in freiem Zuſtande vorkommt, alle anderen Säuren dagegen entweder mit Baſen zu Salzen verbunden, oder auch an gewiſſe organiſche Stoffe gekettet ſind, wie es denn wahrſcheinlich iſt, daß die Salzſäure, die man oft überdeſtilliren kann und die auch bei faſtenden Thieren einzig in dem Magenſafte vorkommt, mit dem weſentlichen organiſchen Verdauungsſtoffe, dem ſogenannten Pepſin, zu einer eigenthümlichen organiſchen Doppelſäure gepaart iſt. So viel ſteht ſicher, daß nur ein ſauer reagirender Magenſaft verdaut und die Speiſen chymifizirt; dagegen ein neutraler oder alkaliſcher keine verdauende Wirkung ausübt. Es war natürlich, daß man nach Erkenntniß dieſer Thatſache auch der freien Säure im Magenſafte allein die verdauende Kraft zuſchrieb. Allein die Erfahrung, daß bei allzuſaurem Magenſafte, bei dem ſogenannten Sodbrennen, die Verdauung nicht nur nicht gefördert, ſondern im Gegentheile behindert war, ließ ſchon ſehr an der Richtigkeit dieſer Anſicht zweifeln und vergleichende Verſuche ließen ſie durchaus verwerfen. Speiſen mit Magenſaft außerhalb des Körpers in Gläschen digerirt, wurden verdaut, während verdünnte Säure keine oder nur äußerſt geringe auflöſende Kraft zeigte, die in keinem Verhältniſſe mit derjenigen des Magenſaftes ſtand.

Es iſt leicht, ſich eine Flüſſigkeit zu verſchaffen, die auch außerhalb des Körpers bei gehöriger Wärme durchaus dieſelbe verdauende Kraft zeigt, wie der Magenſaft im menſchlichen Magen. Man braucht nur einen thieriſchen Magen mit Waſſer auszulaugen und die ſo erhaltene ſchleimige Flüſſigkeit mit einer angemeſſenen Quantität Säure zu verſetzen und man hat eine Verdauungsflüſſigkeit, welche Fleiſch, Eiweißwürfel in einer Wärme, die derjenigen des Körpers entſpricht, ganz in derſelben Weiſe verdaut, wie in dem lebenden Magen auch. Die Subſtanzen zerfallen, werden durchſcheinend und endlich aufgelöſt, wobei ſie eine trübe dickliche Flüſſigkeit, einen wahren Speiſebrei

bilden. Vielfache chemiſche Unterſuchungen haben nun gelehrt, daß das verdauende Prinzip in dieſer Flüſſigkeit, wie in dem natürlichen Magenſafte, aus einem eigenthümlichen organiſchen Stoffe beſteht, der in ſeiner Zuſammenſetzung viele Aehnlichkeit mit dem Eiweiß hat, und ein eigenthümlicher Gährungsſtoff iſt, welcher mit Salzſäure gepaart, und bei Gegenwart von irgend einer freien Säure überhaupt, die Umſetzung und Auflöſung der blutbildenden Stoffe unmittelbar bewerkſtelligt. Dieſer Verdauungsſtoff oder Pepſin iſt es, welcher dem Labmagen der Kälber die Kraft ertheilt, den Käſeſtoff der Milch augenblicklich zur Gerinnung zu bringen. Jedermann weiß, daß das Ueberraſchende dieſer Wirkung hauptſächlich in der geringen Menge von Lab liegt, die zur Gerinnung einer großen Quantität Milch nöthig iſt. Das Pepſin wirkt überall in ungemein geringem Verhältniß, es braucht nur $\frac{1}{2000}$ des ſo rein als es bis jetzt möglich war dargeſtellten Stoffes in der Flüſſigkeit vorhanden zu ſein und ſie zeigt noch gerinnende und verdauende Kraft. Nach der ſtattgehabten Verdauung findet ſich die gleiche Menge Pepſin in der Flüſſigkeit wieder. Mithin wirkt dieſes nicht durch Verbindung mit den Nahrungsſtoffen, es löſt dieſelben nicht auf, etwa wie Silberoxyd von Salpeterſäure aufgelöſt wird, indem ſich die beiden Stoffe zu einem löslichen Salze verbinden. Das Pepſin wirkt einzig durch ſeine Gegenwart und leitet die Zerſetzung und Auflöſung der blutbildenden Stoffe ganz in ähnlicher Weiſe ein, wie die Heſe die Gährung des Zuckers einleitet, ohne ſelbſt dadurch verändert zu werden. Mit der Heſe, der Diaſtaſe, vielleicht auch mit einigen thieriſchen Giften, gehört das Pepſin zu der Klaſſe der Gährungskörper oder Fermente, Körper, welche ſelbſt in ſteter Umſetzung begriffen, gewiſſe mit ihnen in Berührung kommende organiſche Verbindungen auch dann zu ſchleuniger Zerſetzung beſtimmen, wenn ſie ſelbſt nur in höchſt geringer Menge mit ihnen in Berührung kommen. Zu den Eigenthümlichkeiten dieſer Stoffe gehört ihre Wirkung in verhältnißmäßig außerordentlich kleinen Mengen, ihre ſtete Wiedererzeugung während des Prozeſſes der Umſetzung,

ihr unverändertes Vorhandenſein nach Beendigung deſſelben, und das Geknüpftſein dieſer Wirkungen an mancherlei, oft unſcheinbare Bedingungen. Zu dieſen letzteren gehört bei dem Pepſin die Gegenwart der freien Säure, die allein für ſich genommen eben ſo unwirkſam iſt, wie das Pepſin, das der freien Säure entbehrt.

Wir ſehen alſo, daß in dem Magen ſchon die Maſſe der aufgenommenen Nahrungsmittel mit zwei Gährungsſtoffen verſchiedener Wirkung gemengt iſt, die einander in ihrem Einfluſſe nicht aufheben: mit Speichelſtoff, welcher die gekochte Stärke umſetzt, mit ſaurem Pepſin, welches die Blutbildner auflöſt. Wir werden ſehen, daß dieſe Scheidung der Einwirkung auf die Blutbildner einerſeits, auf die ſtärkemehlartigen Stoffe, die ſogenannten Fettbildner andrerſeits auch weiterhin auf dem Wege der Speiſen durch den Darmkanal ſich wiederholt, und daß hier ein ähnlicher Wechſel Statt findet, wie wenn ein Chemiker, um verſchieden lösliche Stoffe aus einer Subſtanz auszuziehen, dieſelbe abwechſelnd mit ſauren und alkaliſchen Flüſſigkeiten behandelt.

Das Reſultat der Magenverdauung iſt ein gleichförmiger, weißlicher Brei, der Chymus oder Speiſebrei, der ſeiner Vermiſchung mit dem Magenſafte zu Folge ſauer reagirt. Daß dieſer Brei keine vollſtändige Auflöſung der Nahrungsmittel darſtelle, iſt klar; es iſt ein Gemenge, in dem einige Subſtanzen wirklich aufgelöſt, andere chemiſch verändert, noch andere nur aufgeweicht ſind; namentlich iſt dieſes der Fall mit den organiſchen Stoffen, welche ihre Struktur gänzlich verlieren, mit Ausnahme der Holzfaſer und der hornigen Theile; — Federn, Klauen, Haare, Spelzen und Schaalen der Früchte erhalten ſich unverändert im Magen. Das genoſſene Fett wird bei der hohen Temperatur von 30° R., die im Magen herrſcht, meiſt flüſſig und findet ſich in Tropfen im Breie vertheilt. Der Käſeſtoff der Milch gerinnt im Magen, wird aber dann eben ſo wie Muskelfaſer, geronnener Faſerſtoff, Knorpel, ſelbſt Knochen und die meiſten thieriſchen Stoffe in eine ſtrukturloſe Gallert

verwandelt. Die ſtärkemehlhaltigen Subſtanzen ſcheinen meiſt chemiſch verändert zu werden; ſie ſollen ſich theilweiſe in Traubenzucker verwandeln; die meiſten Zuckerarten gehen in ſaure Gährung über; die Blutbildner, Faſerſtoff und Eiweiß, welche im Magen aufgelöſt wurden, verlieren dadurch ihre Gerinnbarkeit, werden mithin ebenfalls weſentlich verändert. Die Unterſuchung über die Umänderungen, welche die verſchiedenen Nahrungsſtoffe in dem Magen erleiden, ſind bei weitem noch nicht auf dem Punkte angelangt, wo ſie ſein ſollten; namentlich hat man bis jetzt noch verſäumt, mit den auf künſtlichem Wege, mittelſt natürlichen oder künſtlichen Magenſaftes, erhaltenen Verdauungsprodukten endosmotiſche Verſuche anzuſtellen, um ſich zu verſichern, welche von dieſen Stoffen ſchon im Magen aufgeſaugt werden und welche, auch nach vollendeter Umwandlung in Chymus, noch der Dünndarmverdauung zu ihrer Aſſimilation bedürfen.

Sobald der Speiſebrei die Pförtnerklappe des Magens überſchritten hat und in den Dünndarm eingetreten iſt, ſo mengen ſich ihm die Abſonderungsprodukte zweier bedeutender Drüſen, der Bauchſpeicheldrüſe und der Leber, zu. Letztere namentlich hat von jeher in der Medizin und in den phyſiologiſchen Ideen der Aerzte ſowohl als des Volkes eine eminente Rolle geſpielt, und in manchen Ländern Europa's ſchreibt wenigſtens der zweite Kranke alle Uebel, welche ihn betreffen, der Galle zu. Manche dieſer Vorurtheile können wir dreiſt als ſolche zurückweiſen, vielen dürfen wir nur bedingungsweiſe entgegen treten, und zu den meiſten können wir leider weder Nein! noch Ja! ſagen; denn wir müſſen eingeſtehen, daß von allen chemiſchen Einwirkungen auf die Verdauung diejenige der Galle gerade am wenigſten, ja ſo gut wie nicht bekannt iſt, und daß wir, nach den bis jetzt vorliegenden Thatſachen, nicht einmal vollſtändig begreifen können, warum uns die Natur dieſe größte aller Drüſen, die Leber, in den Unterleib geſetzt hat. Erſt in den allerneueſten Zeiten ſcheint ihr Bau in einigermaßen befriedigender Weiſe aufgeklärt worden zu ſein. Schon durch die Art

und Weiſe der Anordnung ihrer Blutgefäße tritt die Leber ganz aus der Reihe aller andern Drüſen heraus. Ihre Arterie ſteht in gar keinem Verhältniß zu ihrer Größe, und die großen, weitſchichtigen Netze, welche die arteriellen Capillaren bilden, zeigen wohl, daß ſie zu der Gallenſekretion in weniger Beziehung ſtehen, ſondern mehr der Ernährung des Drüſengewebes gewidmet ſind. Für dieſen Mangel wird die Leber indeß dadurch entſchädigt, daß alles venöſe Blut, welches vom Darmkanale zurückkommt (mit Ausnahme der oberſten und unterſten Theile, welche keinen Bezug mehr zur Verdauung und Aufſaugung haben), daß alles dieſes Darmblut, wie ſchon oben erwähnt wurde, ſich in einen einzigen Stamm ſammelt, die Pfortader, und daß dieſer venöſe Stamm ſich dann wieder in der Leber verzweigt und dieſer gegenüber ganz dieſelbe Rolle ſpielt, wie bei den übrigen abſondernden Drüſen die Blut zuführende Arterie.

Die Pfortader vertheilt ſich in ſehr feine Maſchennetze, aus welchen ſich dann nach und nach die Lebervenen zuſammenſetzen, welche das Blut in die große Hohlader und ſomit in die rechte Vorkammer des Herzens führen. Die Stoffe alſo, welche durch die Aufſaugung im Darme aus den Nahrungsmitteln in das Blut aufgenommen worden ſind, gelangen nicht in den allgemeinen Kreislauf, bevor ſie nicht einmal durch die Capillargefäße der Pfortader hindurchgegangen ſind.

Mit dieſer außergewöhnlichen Anordnung der Blutgefäße ſind indeß die anatomiſchen exceptionellen Verhältniſſe der Leber noch nicht erſchöpft. Alle andern ausführenden Drüſen des Körpers kommen in ihrem Baue inſofern überein, daß ſie aus Röhren gebildet ſind, welche mit blinden Enden beginnen, und durch ihr Zuſammentreten endlich einen Hauptausführungsgang bilden, welcher das Sekret weiter befördert. Die abſondernden Röhren haben einen weit bedeutenderen Durchmeſſer, als die capillaren Blutgefäße, und werden an den Netzen derſelben umſponnen. Man könnte ſich die abſondernden Drüſenkanäle mit ihren umſpinnenden Blutgefäßnetzen etwa unter dem Bilde

einer mit einem Seidenhandſchuh bekleideten Hand vorſtellen, wo die Finger die Drüſenkanäle, das Seidengewebe mit ſeinen Maſchen die Netze der Blutgefäße repräſentiren würden. In der Leber verhalten ſich die abſondernden Gallenkanäle durchaus anders. Sie löſen ſich zuletzt in ein Netz auf, das aus eben ſo feinen Röhren beſteht, als die Capillargefäße ſelbſt, das eben ſo complicirte Maſchen zeigt, als dieſe, und beide Gewebe durchdringen ſich ſo wechſelſeitig, daß nur vermöge der inneren Struktur, oder nach einer gelungenen Einſpritzung vermittelſt der verſchieden gefärbten Maſſen, entſchieden werden kann, welche dieſer feinſten Röhrchen und Netze aus Gallenkanälen, welche aus Blutgefäßen gebildet ſind. Ich muß auch hier wieder die Zuflucht zu einem trivialen Vergleiche nehmen, welcher aber vielleicht dieſe Anordnung klarer macht, als eine lange Beſchreibung. Man ſtelle ſich einen aus zweierlei Fäden geſtrickten Strumpf vor, deſſen Maſchen ſo in einander greifen, daß ſie ſich wechſelſeitig ausfüllen und verdrängen; man nehme ferner an, daß dieſes Gewebe eben ſo in die Dicke fortgeſtrickt ſei, wie es beim Strumpfe in die Breite geſchieht, und man wird ſich auf dieſe Weiſe ein ungefähres Bild der Leberſtruktur entworfen haben. Dieſe innige Durchdringung der blutführenden und gallabſondernden Kanäle bedingt indeß keine Verſchmelzung beider; hier ſo wenig wie in den andern Drüſen findet ein Uebergang der Blutgefäße in die abſondernden Kanäle Statt; nirgends exiſtirt eine ſolche offene Communikation; Stoffe aus dem Blute können in der Leber ſowohl wie in den anderen Drüſen nur auf die Weiſe in die abſondernden Kanäle gelangen, daß ſie aufgelöſt als Flüſſigkeit durch die überall geſchloſſenen Wände der Gefäße durchſchwitzen. Die Gallenkanäle ſelbſt ſind durch keinen Zwiſchenraum von den höchſt feinen Wandungen der Capillargefäße getrennt, und nach der Behauptung einiger Forſcher mit beſonderen Zellen, den ſogenannten Leberzellen, belegt, während andere dieſe Zellen als abgeriſſene Stücke der feinſten Gallengänge anſehen wollen. Mag die eine oder andere Anſicht die richtige ſein, ſo viel iſt ſicher, daß in

keiner Drüſe eine ſo innige Durchdringung und vielfältige Berührung der Blutgefäße und abſondernden Kanäle Statt findet, als gerade in der Leber; — eine Struktur, die nothwendig auf die Abſonderung ſelbſt einen bedeutenden Einfluß ausüben muß.

Die Galle ſelbſt iſt eine bitterlich ſchmeckende, klare Flüſſigkeit von grünlich-gelber Farbe, die meiſtens der Beimiſchung von Gallenſchleim wegen eine alkaliſche Reaktion beſitzt. Ihre äußerſt leichte Zerſetzung hat vielfache Streitigkeiten unter den Chemikern herbeigeführt, die endlich dahin gelöſt ſind, daß man die Galle als eine Auflöſung von Kali- und Natronſalzen betrachten muß, die durch zwei eigenthümliche Säuren gebildet werden, welche in ihrer Zuſammenſetzung inſofern einige Aehnlichkeit mit den Fettſäuren haben, als ſie ſehr reich an Kohlenſtoff ſind. Beide Säuren enthalten indeß eine geringe Menge Stickſtoff, die eine, die ſogenannte Choleïnſäure, auch noch etwas Schwefel, während die Cholſäure oder Gallenſäure durchaus ſchwefelfrei iſt. Außerdem finden ſich in der Galle noch zwei Farbeſtoffe, ein grüner und ein brauner, welche im Darmkanale allmählig verharzt werden und den Excrementen ihre Farbe ertheilen. Es geht aus dieſer Zuſammenſetzung hervor, daß die Galle im Ganzen eine ſehr kohlenſtoffreiche Abſonderung iſt, und ſomit in direktem Gegenſatze zu dem Harne ſteht, in deſſen organiſchen Beſtandtheilen der Stickſtoff die bedeutendſte Rolle ſpielt.

Aus Verſuchen an Hunden hat man berechnet, daß ein erwachſener Menſch von 130 Pfund Körpergewicht etwa 3 Schoppen Galle in 24 Stunden durch ſeine Leber bereitet und in den Zwölffingerdarm überführt. Und auf der anderen Seite hat man durch vergleichende Unterſuchungen der Nahrungsmittel und der Excremente nachgewieſen, daß höchſtens $\frac{1}{8}$ der feſten Beſtandtheile der Galle mit dem Kothe weggeht, $\frac{7}{8}$ dagegen in dem Darme ſelbſt wieder aufgeſaugt werden. Die Galle gehört alſo nicht zu den reinen Abſonderungen des Körpers, ſondern vielmehr zu denjenigen Flüſſigkeiten, welche zur inneren Ver-

arbeitung, zur Stoffmetamorphose des Körpers dienen, und nach geleistetem Dienste wieder in das Blut aufgenommen werden.

Welches sind aber die bis jetzt nachgewiesenen Dienste der Galle? Die Antwort hierauf ist schwierig, und nur langsam ist man zu einigen positiven Kenntnissen in dieser Hinsicht gelangt. Daß die Funktion der Leber von höchster Wichtigkeit sei, lehren schon der äußere Anschein, sowie die Krankheiten dieses Organs, das bei den meisten Thieren vorkommt und einen bedeutenden Umfang besitzt. Krankhafte Destruktion der Leber führt fast unvermeidlich zum Tode, und Versuche an Thieren haben gezeigt, daß bei direkter Ausführung der Galle aus dem Körper das Leben meistens gefährdet ist. Man hat vielfache Versuche in der Art angestellt, daß man bei Hunden den Gallengang, der in den Darm führt, so unterband und durchschnitt, daß keine Galle mehr in den Darm gelangen konnte. Man öffnete dann, um die Gallenabsonderung selbst nicht zu hindern, die Gallenblase, und heilte die Oeffnung so in die Bauchwände ein, daß die Galle nach außen ergossen wurde. Auf diese Weise war die Funktion der Leber selbst nicht im Geringsten beeinträchtigt. Die Galle wurde nach wie vor abgesondert, allein statt in den Darm, durch die in der Gallenblase angebrachte Fistelöffnung nach außen ergossen. Alle so operirten Thiere zeigten, wenn sie überhaupt den operativen Eingriff überstanden, eine große Gefräßigkeit, und meistens auch, wenn das Leben längere Zeit erhalten wurde, eine bedeutende Abmagerung, die besonders das Fett betraf. Bei einigen Wenigen nur, bei denen die Magenverdauung kräftig genug war, die großen Mengen eingenommener Nahrung zu überwinden, stellte sich der durch den Ausfluß der Galle bewirkte Verlust wieder her. Die meisten Thiere gingen an vollständiger Abmagerung zu Grunde. Bei allen aber beobachtete man einen entsetzlichen Gestank der Excremente, ja selbst der Athmungsluft, und man konnte somit nicht bezweifeln, daß ein wesentlicher Einfluß der Galle in einer fäulnißwidrigen Wirkung auf den Darminhalt besteht. Wenn auch die Magenverdauung vollkommen

ungestört bleibt, so ist doch offenbar die Abwesenheit der Galle durch die faulige Zersetzung der im Darmkanale befindlichen blutbildenden Stoffe und durch die übermäßige saure Gährung der Pflanzennahrung ein bedeutendes Krankheitsmoment.

Ein zweiter wichtiger Einfluß der Galleuflüssigkeit ist die Vermittlung der Auffaugung des Fettes und seine Ueberführung in die Lymphgefäße.

Es existirt ein unerschütterliches Gesetz in der Lehre von der Durchdringlichkeit thierischer Membranen durch Flüssigkeiten, welches festsetzt, daß nur solche Flüssigkeiten durchdringen und sich durch die Membranen hindurch austauschen, welche unter sich und mit der Befeuchtungsflüssigkeit der Membran mischbar sind. Oel und Fett dringen nicht durch eine mit Wasser getränkte Membran, und umgekehrt. Nun sind aber die Häute des Darmkanales, die Wände der einsaugenden Gefäße, der Speisebrei, kurz alle bei der Verdauung und Resorption in Betrachtung kommenden thierischen Theile, mit wässerigen Flüssigkeiten getränkt. Die Aufnahme von Fett in den Chylus, der Durchgang von freien Fetten durch diese Membranen wäre demnach eine reine physikalische Unmöglichkeit, wenn nicht ein Mittel gegeben wäre, welches das Fett auf irgend eine Art im Wasser löslich und dadurch auffaugungsfähig machte. Die Seifen sind im Wasser lösliche Fettverbindungen, Salze von Fettsäuren mit alkalischen Basen gebildet. Die Galle ist allerdings im Stande, mit Fettsäuren lösliche Seifen zu bilden. Da man aber vorzugsweise neutrale Fette genießt, so finden diese Eigenschaften nur dann Platz, wenn sich Fettsäuren in dem Darme bilden, was allerdings unter dem Einflusse der Alkalien der Galle nach und nach geschehen muß. Hierzu kommt aber noch, daß das verseifte Fett beim Durchtritte durch thierische Häute, welche mit wässerigen Flüssigkeiten genetzt sind, das in feine Tröpfchen und Kügelchen vertheilte Fett mechanisch überführt. Jeder, der mit chinesischer Tusche oder mit Wasserfarben gemalt hat, weiß, daß man nur ein wenig Galle (die Maler benutzen gewöhnlich Hechtsgalle) unter die Farbe zu mischen braucht, um

auf fettigem Papier, das sonst die Farbe nicht gleichmäßig annimmt, die Farben dennoch gleichartig auftragen und ausbreiten zu können. In mit Galle benetzten Haarröhrchen steigt flüssiges Fett in die Höhe, in mit Wasser benetzten nicht. Die Galle vermittelt demnach die Mischbarkeit fetter und wässeriger Flüssigkeiten, die Berührung der im Darmkanal enthaltenen Fette mit den Darmzotten, und den Uebergang durch deren von Wasser durchtränkte Substanz in die Milchgefäße. Nach Unterbindung des Gallenganges findet man auch in der That in den Milchgefäßen des Darmes meist nur eine opalisirende oder ganz durchsichtige Flüssigkeit. Versuche an Hunden lehrten indeß, daß nach Ausschließung der Galle zwar die Fettaufnahme in die Milchgefäße nicht ganz aufhörte, daß aber dennoch weit weniger Fett aufgenommen und in den Organismus übergeführt wurde. So fand man in dem Chylus oder Milchsafte eines gesunden Hundes 3,302 Theile Fett und Fettsäuren auf 100 Theile Flüssigkeit, während ein Hund mit einer Gallenfistel, bei dem die Galle nicht in den Magen gelangte, nur 0,303 Theile Fett in seinem Chylus zeigte. So scheint denn aus den jetzigen Untersuchungen immer mehr und mehr das Resultat hervorzugehen, daß die Galle wesentlich dazu dient, die neutralen Fette aus dem Darme in das Blut überzuführen und daß die Gefräßigkeit der Thiere darauf beruht, daß sie durch vermehrte Nahrungsaufnahme den Abgang an Stoff, den ihnen die gestörte Fettaufnahme verursacht, auf andere Weise zu ersetzen suchen, während zugleich das im Körper aufgespeicherte Fett zur Deckung dieses Abganges verzehrt wird.

Wir gedenken hier nur beiläufig noch einiger Verhältnisse, auf die wir vielleicht im Verlaufe noch zurückkommen werden. Die oben auseinander gesetzte Struktur der Leber beweist eine innige Wechselwirkung des Blutes und der abgesonderten Gallenflüssigkeit. Die Anordnung des Kreislaufes, wodurch alles von dem Darmkanal herkommende Blut erst durch das Filtrum der Leber durchgehen muß, ehe es weiter in dem Körper circuliren kann,

deutet darauf hin, daß eine besondere Thätigkeit der Leber vorhanden sein müsse, die auf das Blut Bezug hat.

Diese Schlüsse rechtfertigen sich vollkommen bei genauerer Untersuchung. Die Leber ist der Schauplatz tief eingreifender chemischer Veränderung, die wir nur zum Theile noch kennen. So hat man nachgewiesen, daß in ihr bedeutende Mengen von Traubenzucker sich bilden, der durch die Lebervenen in das Herz und in die Lungen geführt und dort so verarbeitet wird, daß in dem arteriellen Blute kaum mehr eine Spur davon nachgewiesen werden kann. Dieser Zucker bildet sich ohne Zweifel in der Leber selbst; denn das Blut der Pfortader enthält wenig oder keinen Zucker, das Blut der Lebervenen dagegen eine bedeutende Menge, und in dem Lebergewebe selbst findet sich der Zucker ganz unabhängig von äußeren Verhältnissen, bei Thierkost wie bei Pflanzenkost, beim Hungern und im Winterschlafe, ja selbst bei der Frucht im Mutterleibe. Bei Fröschen, denen man die Leber weggenommen hat, und die nach dieser Operation selbst noch vierzehn Tage leben können, findet man keinen Zucker im Blute. Daß demnach dieser Zucker ein Umsetzungsprodukt verschiedener Stoffe sei, die in dem Pfortaderblute sich befinden, unterliegt wohl keinem Zweifel; — in welcher Beziehung er aber zu anderweitigen Zersetzungsprozessen steht, ist noch unermittelt.

Man kennt ferner eine ganze Classe von Giften aus dem Thier- und Pflanzenreiche, welche nur bei unmittelbarer Einführung in das Blut schnell tödtlich wirken, das Woorara, das berüchtigte Pfeilgift der Indianer, das Schlangengift*) sind in

*) Vielseitig ist noch der Glaube verbreitet, daß die Schlangen stechen. Steht es ja doch geschrieben: Er wird der Schlange den Kopf zertreten, sie aber wird ihn in die Ferse stechen. Es gibt in Deutschland nur eine giftige Schlange, die Kreuzotter oder Viper, die, wie alle übrigen Giftschlangen, zwei in den Schläfen, also am Kopfe liegende Giftdrüsen hat, deren Saft durch zwei hohle Hakenzähne beim Bisse in die Wunde fließt.

dieſer Hinſicht bekannt genug. Schon ſeit langer Zeit wußte man, daß Viperngift z. B., wenn auch in bedeutender Menge in den Magen gebracht, dennoch von dieſem Orte aus durchaus keine Wirkung habe, während der Biß der Schlange, durch den eine weit geringere Menge dieſer Flüſſigkeit in das Blut eingeführt wird, ſelbſt den Tod verurſachen kann. In dieſer Eigenſchaft der genannten Gifte liegt auch die Urſache, daß das augenblickliche Ausſaugen eines Schlangenbiſſes, durch welches man das Gift entfernt, ehe es in den Blutſtrom übergeführt iſt, das ſicherſte Heilmittel und zugleich das ungefährlichſte für denjenigen iſt, der das Ausſaugen vornimmt. Ich entſinne mich in Jugendſchriften, neuerdings vielleicht auch in Zeitungen, mehrere Fälle dieſer Art als Akte eines übermenſchlichen Heroismus und eines außerordentlichen Opfermuthes dargeſtellt geleſen zu haben; — eine Hilfeleiſtung dieſer Art iſt ſicherlich das wohlfeilſte Opfer, das man erfinden kann. Ja ein Menſch, der an einer Stelle gebiſſen wurde, wo er ſich ſelber das Blut ausſaugen kann (an der Hand, am Vorderarm z. B.), kann auch ſich ſelber auf dieſe Weiſe die wirkſamſte Hilfe bringen, und er wird ſogar ohne Gefahr das Ausgeſogene hinabſchlucken können. Die genannten Gifte ſtehen in ähnlichem Verhältniſſe zu der Blutmaſſe, wie das Pepſin zur Milch, oder die Hefe zum Zucker; — ſie ſind Gährungsſtoffe, welche, wenn auch in kleiner Menge eingeführt, eine tödtliche Zerſetzung der ganzen Blutmaſſe bewirken. Werden ſie dagegen in den Magen gebracht, ſo gelangen ſie in das Blut der Pfortader, durch dieſe in die Leber, und in dem Capillarkreislaufe dieſes Organes werden ſie ſelber zerſetzt und umgewandelt, ſo daß ſie auf die Centren des Lebens, und namentlich auf das Nervenſyſtem, keine ſchädliche Wirkung mehr ausüben können. Man kann leicht nachweiſen, daß gerade der Durchgang durch die Leber es iſt, welcher dieſe Gifte zerſtört, ſo daß die Leber gewiſſermaßen als Wächter an dem Uebergange der im Darmkanal aufgenommenen Stoffe in den allgemeinen Blutkreislauf daſteht. Eine Auflöſung von Woorara-Gift in die Lungen geſpritzt tödtet ganz in derſelben

Weiſe, wie wenn das Gift unmittelbar in die Blutmaſſe gebracht würde. Es wird in der Lunge von den Haargefäßen derſelben aufgeſaugt, und gelangt ſo in den großen Kreislauf und zu den Nervencentren, ohne durch die Leber hindurchgegangen zu ſein.

Verſuche an Fröſchen haben gezeigt, daß nach der Wegnahme der Leber die Ausathmung der Kohlenſäure aus dem Blute bedeutend verringert iſt, die Zahl der farbloſen Blutkörperchen im Verhältniß zu den farbigen bedeutend vermehrt, ſo daß alſo in der Leber ein bedeutender Umſatz Statt findet, wodurch die Verbrennung und die Weiterbildung der Blutelemente gefördert wird.

Doch kehren wir von dieſer Abſchweifung zu den im Darme enthaltenen Nahrungsmitteln und ihrem Schickſale zurück. Wir ſagten oben, daß außer der Galle noch eine zweite Flüſſigkeit in den unmittelbar hinter dem Magen gelegenen Darmtheil, den Zwölffingerdarm, ergoſſen werde. Dieſe Flüſſigkeit iſt der Bauchſpeichel, das Abſonderungsprodukt der Bauchſpeicheldrüſe oder des Pancreas. Es iſt eine klare, waſſerhelle, klebrige Flüſſigkeit, die durch Kochen gerinnt und beſonders die Eigenſchaft hat, die Stärke in Dextrin und Zucker, ſowie die neutralen Fette in Fettſäuren umzuwandeln. Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieſer Zucker hauptſächlich ſchon in dem Zwölffingerdarme durch die vereinte Einwirkung von Galle und Bauchſpeichel in Milchſäure übergeführt und daß aus dieſer Milchſäure endlich Butterſäure entſteht, und ſomit die Ueberführung der ſtärkemehlartigen Subſtanzen in Fett vollendet wird. Auf die Fette ſelbſt hat der Bauchſpeichel ganz dieſelbe Wirkung, wie die Galle, indem er eine Emulſion mit ihnen bereitet und dadurch ihre Ueberführung in das Blut vermittelt. Eine ausſchließliche Einwirkung des Bauchſpeichels aber auf die Fette, wie ſie von einem neueren Forſcher behauptet wurde, iſt von Anderen vielfach widerlegt worden.

Bei dem weiteren Fortrücken der Nahrungsmittel durch den Darm wird nur noch der Darmſaft hinzugefügt, der ſtark

alkaliſch iſt, aber nur in geringerer Menge abgeſondert wird und denſelben Einfluß auf den Stärkekleiſter erzeugt, welchen auch der Bauchſpeichel beſitzt. So wird denn nach und nach die ſaure Reaktion des durch Beimiſchung der Galle grünlich-gelb gewordenen Speiſebreies durch die Alkalien getilgt, ſo daß in dem unteren Theile des Darmes die alkaliſche Reaktion vorherrſcht. Die durch den Magenſaft aufgelöſten Blutbildner, wie Eiweiß, Faſerſtoff und Käſeſtoff, ſind in dem unteren Theile des Darmes längſt verſchwunden und aufgeſaugt, die ſtärkemehlartigen Stoffe größtentheils in Zucker, Milchſäure und Butterſäure verwandelt und als Fett übergeführt. Das freie Fett iſt ebenfalls nach und nach in die Blut- und Chylusmaſſe eingedrungen. Je näher der Speiſebrei dem Dickdarme kommt, deſto bräunlicher wird ſeine Farbe durch die Umänderung des Gallenfarbſtoffes, die von jenem eigenthümlichen Kothgeruche begleitet iſt, welche ſich weſentlich von dem eigentlichen Fäulnißgeruche unterſcheidet.

Aus der Analyſe der Excremente geht hervor, daß die unverdaulichen Stoffe der Nahrung, wie Horn, Holz, die Zellenwände der Pflanzen, mit den Reſten der Galle und dem Darmſchleim die Hauptmaſſe derſelben bilden, und daß nur außerordentlich wenig lösliche Stoffe ſich noch darin finden. Bei überſchüſſiger Fleiſchnahrung ſieht man ſtets noch unvollſtändig aufgelöſte Muskelfaſern, Sehnenſtückchen und Fettzellgewebe; bei Pflanzennahrung findet man die aus Celluloſe oder Holzſtoff beſtehenden Formgebilde zwar unverändert wieder, aber ihres löslichen Inhaltes beraubt; bei überſchüſſiger Pflanzennahrung erhalten ſich beſonders die Stärkemehlkörner am längſten, ſo daß man z. B. nur ſelten das Stärkemehl nach Kartoffelnahrung in den Excrementen vermiſſen wird.

Betrachten wir den Verdauungsprozeß im Ganzen nach ſeinen Reſultaten, ſo iſt er eine chemiſche Operation des Organismus, welche die Aneignung der dem Körper tauglichen Subſtanzen aus den Nahrungsmitteln entweder durch einfache

Auffaugung oder doch tief eingreifende Umſetzung zum Zwecke hat. Die Betrachtung der Nahrungsmittel, ihre Eigenſchaften in phyſiologiſcher Hinſicht und ihre Beziehungen zu dem Haushalte des menſchlichen Körpers iſt aber zu wichtig, als daß wir derſelben nicht einen beſonderen Brief widmen ſollten.

Vierter Brief.

Die Nahrungsmittel.

So lange bis den Bau der Welt
Philosophie zusammenhält,
Erhält sie das Getriebe
Durch Hunger und durch Liebe,

sagte der Dichter vor einem halben Jahrhundert von der Natur und bis heute noch sind die beiden Triebfedern, die er nannte, die einzigen, welche Leben und Bewegung in der gesammten thierischen Welt erhalten. Noch mächtiger aber wohl als der Trieb der Fortpflanzung, der mehr in individuellen Gränzen seine Macht übt, ist derjenige der Selbsterhaltung, welcher unumschränkt herrscht, und einer jeden Thiergattung die Nahrung bestimmt, welche ihrer Organisation angepaßt ist. Wir werden in der Folge sehen, daß der thierische Körper beständig durch Athmung und Absonderung bedeutenden Verlust an Stoff erleidet, der ersetzt werden muß, wenn der Körper selbst nicht zu Grunde gehen soll. Durch eigenthümliche Gefühle wird dem Bewußtsein der Mangel des Organismus und sein Begehren nach frischer Zufuhr von Nahrungsstoffen kund gethan. Hunger und Durst werden unter gewöhnlichen Verhältnissen nur dann empfunden, wenn das Bedürfniß fester oder flüssiger Speise gefühlt wird. So gewöhnlich auch diese Empfindungen wiederkehren, so schwer ist es, sich klare Auskunft über ihre Entstehung zu geben. Es fragt sich, ob die Empfindung dieser Bedürfnisse an einzelne Organe geknüpft sei, oder ob sie dem noch dunklen Felde des Allgemeinbewußtseins angehöre?

Es iſt eine Thatſache, daß Appetit oder Hunger augenblicklich durch Aufnahme feſter Stoffe in den Magen geſtillt werden kann, und daß bei leerem Magen das Bedürfniß friſcher Zufuhr gefühlt wird. Daß die Entſtehung des Hungers demnach auf einem beſtimmten Zuſtand des Magens beruhe, und von dieſem Organe aus durch die Magennerven dem Bewußtſein klar werde, kann nicht geläugnet werden. In einem ſpäteren Briefe werden wir ſehen, welche Nerven des Organismus ſpezieller die Empfindungen und Bedürfniſſe des Magens dem Gehirne zuleiten. Hier können wir nur darauf hindeuten, daß der Hunger nicht einfach auf dem Magen allein beruht, ſondern daß auch das Gemeingefühl weſentlichen Antheil daran nimmt. Subſtanzen, welche nicht verdaut werden und dem Organismus keinen Stoff zur Aufnahme bieten, vermögen zwar durch Füllung des Magens augenblicklich, aber nicht auf längere Zeit hin das Gefühl des Hungers zu ſtillen. Thiere bieten alle Zeichen des Hungers, wenn ſie mit Subſtanzen gefüttert werden, die zwar den Magen füllen, aber durch ihre Zuſammenſetzung nicht geeignet ſind, das Leben des Organismus zu erhalten. Andrerſeits iſt es aber auch die Leere des Magens allein nicht, welche das Hungergefühl bewirkt. Man hat Morgens unmittelbar nach dem Erwachen, wo der Magen gewiß vollkommen leer iſt, nur ſehr geringen Appetit; zwei bis drei Stunden nach dem Eſſen iſt bei geſunden kräftigen Menſchen die Magenverdauung vollkommen beendet und der Magen vollkommen leer, während das Hungergefühl erſt einige Stunden ſpäter eintritt. Dies Gefühl beruht demnach offenbar nicht auf dem Zuſtand des Magens allein, ſondern auch auf dem Verhältniſſe der eingeführten Nahrungsſtoffe zu der geſammten Oekonomie des Körpers. Der lokale Zuſtand des Magens und die allgemeine Speiſung der organiſchen Maſchine durch Subſtanzen, welche ihren Verluſt zu decken vermögen, dies ſind die beiden Faktoren, welche bei Erzeugung dieſes Gefühles zuſammenwirken, und je nach Verhältniß der Dinge in dem einen oder anderen Falle bedeutender hervortreten. Den einen dieſer Faktoren, den lokalen Magen-

zuſtand, können wir leicht in ſeinen verſchiedenen Phaſen erforſchen; das Gemeingefühl des Organismus hingegen beruht auf zu mannigfachen wechſelnden Grundlagen, wie auf der Miſchung der geſammten Blutmaſſe, des Pfortaderblutes, des Chylus und der Lymphe und deren Wechſelwirkung auf die Nerven, ſo daß eine genauere Analyſe zur Zeit noch unmöglich iſt.

In ähnlicher Weiſe zerſplittert ſich auch das Gefühl des Durſtes. Mund- und Rachenhöhle ſpielen hier die Rolle des Magens; Durſt wird jedesmal empfunden, ſobald dieſe Theile trocken werden. Fieberkranke, Leute, die viel und ſtark athmen, oder durch Gewürze und Schärfen die Empfindlichkeit der Nerven der Schleimhaut ſteigern, fühlen ſo lange Durſt, bis Mund- und Rachenhöhle in den gewöhnlichen Feuchtigkeitsgrad gebracht werden können. Sicherlich beruht auch die Thatſache, daß bei großer Hitze und Trockenheit der betreffenden Theile reines Waſſer weniger den Durſt löſcht, als ſchleimige Getränke, auf dem einfachen Grunde, daß erſteres ſchnell verdunſtet, während letztere die Feuchtigkeit länger zurückhalten. Allein wir wiſſen bei heftigeren Graden des Durſtes eben ſo gut das Gefühl der Trockenheit im Munde von dem allgemeinen Bedürfniſſe nach Flüſſigkeit zu unterſcheiden, als wir auf der anderen Seite Durſt fühlen können, ohne daß unſere Mundhöhle gerade trocken iſt. Wem iſt es nicht ſchon bei anſtrengenden Märſchen im Sommer begegnet, daß er mit ausgedörrtem Gaumen und lechzender Zunge an einem Brunnen ankam, dort bis zu gänzlicher Sättigung und Anfüllung des Magens trank, und dennoch beim Verlaſſen der Quelle noch Durſt empfand, der erſt nach einiger Zeit verſchwand, nachdem das in den Magen gebrachte Waſſer aufgeſaugt und in das Blut übergegangen war? Hunger und Durſt ſind demnach complexe Gefühle, wodurch der Organismus ſein Bedürfniß nach Aufnahme von Stoffen kund giebt; die unmittelbare Empfindung derſelben iſt an beſtimmte Organe, den Magen und die Mundhöhle, geknüpft, während das allgemeine Bedürfniß wahrſcheinlich durch die Wechſelwirkung zwiſchen

dem Inhalte der auſſaugenden Gefäße und ihrer Nerven bedingt wird.

Nicht jede Nahrung indeſſen iſt für jedes Thier angemeſſen, die Einen leben nur von pflanzlicher, die Anderen nur von thieriſcher Koſt, während Andere wieder aus beiden Naturreichen zugleich ihre Nahrung beziehen. Die Organiſation eines jeden Thieres entſpricht ſeiner Lebensweiſe und ſeiner Nahrung, und wenn auch die Geſetze der thieriſchen Bildung nicht in ſo enge Gränzen ſich beſchränken, als man zu glauben geneigt ſein könnte, ſo iſt doch im Allgemeinen die Uebereinſtimmung eines jeden Organtheiles mit dem Plane des Ganzen ſo auffallend und der Bau jedes Theiles ſo ſehr dem Bau der übrigen Theile angepaßt, daß oft ſchon aus einem einzelnen Theile die Beſtimmung des Ganzen erſchloſſen werden kann. Werfen wir einen Blick auf die dem Menſchen näher ſtehenden Thiere, die Säugethiere, ſo ſehen wir, daß beſonders die Bewegungsorgane und die Zähne es ſind, welche in engerer Beziehung zu einander ſtehen und darauf hindeuten, welche Nahrung dem Thiere angewieſen ſei. Der Fleiſchfreſſer hat mehr oder minder ſpitze, dolch- oder meſſerartige Zähne mit ſchneidenden Kronen und ſenkrecht in einander paſſenden Kegelhöckern und Vertiefungen, zum Feſthalten und Zerreißen der Beute; — der Pflanzenfreſſer dagegen zeigt derbe Zähne mit platten Kronen und vorſpringenden Leiſten, welche zum Zerreiben und Zermahlen der Nahrung geeignet ſind. Den Zähnen nach iſt der Menſch auf Benutzung beider Naturreiche angewieſen, ſein Gebiß nähert ſich dem der Früchte freſſenden Affen einerſeits, der Alles freſſenden Schweine andrerſeits, und die Erfahrung hat ſchon längſt beſtätigt, daß eine zweckmäßige Miſchung pflanzlicher und thieriſcher Koſt den weſentlichſten Einfluß auf die Beförderung des leiblichen Wohles ausübe und der Zweck einer jeden vernünftigen Ernährungsweiſe ſein müſſe. Wir werden in dem Verlaufe ſehen, daß namentlich in kälteren Zonen mehr Fleiſchnahrung, in wärmeren mehr Pflanzennahrung vorherrſcht, daß aber die ausſchließliche Pflanzenkoſt im Allge-

meinen dem Individuum eine bedeutend größere Verdauungsarbeit bei verhältnißmäßig geringerer Ausbeute aufbürdet.

Die Kluft, welche nach früheren Ansichten thierische und pflanzliche Nahrung trennte, ist indeß bei weitem so groß nicht, als man sich gewöhnlich vorstellt. In rein chemischer Beziehung lassen sich zwar bedeutende Unterschiede finden, die aber im Laufe der Verdauung auf rein quantitative Beziehungen reducirt werden. So lange man freilich glaubte, der Stickstoff sei dem Pflanzenreiche fast durchaus fremd und für die thierischen Substanzen charakteristisch, so lange konnte man von einer totalen Verschiedenheit überzeugt sein, und von thierischer Nahrung als von Stickstoffnahrung, von Pflanzennahrung als von stickstofflofer Nahrung reden; — jetzt aber, wo man nachgewiesen hat, daß alle Pflanzen Stickstoff enthalten, und zwar jene eigenthümlichen stickstoffhaltigen Körper, die wir in einem früheren Briefe unter dem Namen Blutbildner bezeichneten: jetzt steht nur noch der empirische Satz fest, daß thierische Kost stickstoffreicher ist, als pflanzliche. Wir essen kein Fleisch, welches nicht Fett, mithin eine stickstofflose Substanz enthielte; wir verzehren kein pflanzliches Produkt, ohne eine geringe Menge pflanzlichen Faserstoffes und Eiweißes aufzunehmen. Der Unterschied zwischen pflanzlicher und thierischer Nahrung besteht demnach hauptsächlich darin, daß in letzterer die blutbildenden stickstoffreichen Verbindungen, in ersterer die kohlenstoffhaltigen, stickstofflosen Substanzen überwiegen.

Der chemischen Zusammensetzung der Stoffe nach, welche wir in den Nahrungsmitteln erhalten, kann man mehrere Gruppen unterscheiden, die in ihrer Beziehung zu den Organen des Körpers äußerst verschieden sind. Da in dem Organismus kein chemischer Grundstoff bereitet werden kann, überhaupt eine Erzeugung von Stoff im Organismus ganz unmöglich ist, so müssen alle diejenigen Bestandtheile, aus welchen der Körper sich aufbaut, demselben von Außen zugeführt, alle Ausgaben durch Einnahmen von Außen her ersetzt werden. Die Thätigkeit des lebenden Organismus muß sich nothwendiger Weise auf die

Umſetzung und verſchiedenartige Combinirung der eingeführten Grundſtoffe beſchränken.

Eine Neuerzeugung von Materie findet in dem Körper eben ſo wenig Statt, als ſonſt irgendwo in der Welt. In vielen Köpfen ſpukt freilich noch die Anſicht, als könne der Organismus Stoffe erzeugen, als könne er Eiſen, Kali, Kalk oder ſonſt irgend einen chemiſchen Grundſtoff aus dem Nichts ſchaffen. Man kann jetzt dreiſt behaupten, daß nur die Unwiſſenheit, die nicht ſehen und hören will, Vorſtellungen dieſer Art mehr oder minder klar ausgeprägt hegen kann, Vorſtellungen, die ſich darauf ſtützen, daß dieſe Grundſtoffe in anderer Form dem Organismus zugeführt und in dieſem in eine neue Geſtalt umgeprägt werden. Wir müſſen demnach alles dasjenige, was in der Zuſammenſetzung des Organismus aufgefunden und aus demſelben durch den Stoffverbrauch ausgeführt wird, wieder erſetzen, und wir können diejenigen Stoffe, welche zu dieſem Erſatze dienen, als Nahrungsmittel im weiteſten Sinne des Wortes bezeichnen. So gehören denn ebenſo das Waſſer und die unorganiſchen Beſtandtheile, wie die eiweißartigen und ſtickſtoffloſen Stoffe, zu den nothwendigen Nahrungsmitteln, ohne deren Einführung der Organismus zu Grunde gehen würde. Daß alle dieſe Stoffe, dieſe Nahrungsmittel im weiteſten Sinne des Wortes, nöthig ſeien, geht leicht aus dem Weſen des lebenden Organismus hervor. Hier iſt nichts ſtabil; es iſt keine Ernährung denkbar ohne Zerſtörung auf der einen Seite und Bauen auf der anderen; das gebildete Muskelfleiſch, die vorhandene Faſer ſind nicht zu ewiger Dauer beſtimmt, ſondern werden ſtets wieder zerſtört und neu gebildet. Dieſen ewigen Umſchwung, dieſen ſteten Wechſel der Materie hat ſchon das Volk ſehr wohl begriffen, wenn es einfach behauptet: der Menſch erneuere ſich alle ſieben Jahre gänzlich; — die Phyſiologen ſind freilich noch nicht ſo weit gekommen, den Zeitpunkt mit völliger Sicherheit beſtimmen zu können, finden aber doch weit geringere Zeiträume für dieſe Erneuerung.

Die ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen, welche wir mit dem Namen der Blutbildner bezeichneten, und von denen wir in dem Blute ſelbſt zwei Hauptthypen: den Faſerſtoff und das Eiweiß, erkannten, ſind namentlich in den thieriſchen Körpern in größter Menge angehäuft. Alle Organe des Körpers ohne Ausnahme ſind mit eiweißhaltigem Waſſer, das unmittelbar aus der Blutflüſſigkeit herkommt, durchdrungen. In den meiſten Organen findet ſich auch noch mehr oder minder geronnenes Eiweiß, wie namentlich im Gehirne und den Nerven. Die große Maſſe des Muskelfleiſches der Thiere beſteht aus Faſerſtoff, der freilich nicht ganz dieſelben Eigenſchaften zeigt, wie der Faſerſtoff des Blutes; auch die Hornſtoffe und die leimgebenden Gebilde haben einige Aehnlichkeit mit den Eiweißſtoffen und können wahrſcheinlich unmittelbar aus denſelben hervorgehen. Man ſieht demnach, daß der Körper in ſeinen weſentlichſten Theilen und ſeiner großen Maſſe nach aus dieſen Stoffen zuſammengeſetzt iſt, und daß die Zufuhr derſelben die erſte und weſentlichſte Grundbedingung einer zweckmäßigen Nahrung ſein muß. Blut und Fleiſch der Thiere bieten die unmittelbare Regeneration dieſer Stoffe dar. Es giebt aber außerdem noch eine Menge von Nahrungsmitteln, welche dieſelben in bedeutender Quantität enthalten und die man deßhalb nicht mit Unrecht die plaſtiſchen Nahrungsmittel genannt hat, indem aus ihnen vorzugsweiſe die Neubildung des Plasma oder der Blutflüſſigkeit mit ihrem Eiweiß- und Faſerſtoffgehalte hervorgeht. So ſehen wir denn außer Fleiſch und Blut in den Eiern das Eiweiß, in der Milch den Käſeſtoff als weſentlich plaſtiſchen Beſtandtheil, und in den meiſten Pflanzen, ja man kann ſagen in jedem lebensthätigen Pflanzentheile, finden wir plaſtiſche Beſtandtheile in größerer oder geringerer Quantität. Das Pflanzeneiweiß zeigt ſich in löslichem Zuſtande in allen Pflanzenſäften, wenn auch nur in geringer Quantität. Der Pflanzenfaſerſtoff iſt nicht minder allgemein verbreitet, und ſondert ſich gewöhnlich mit Blattgrün vermiſcht aus den friſchen Pflanzenſäften unmittelbar nach ihrer Auspreſſung in Form eines gelatinöſen Niederſchlages ab. In

den Gräsern, in deren Saft dieser Stoff am reichlichsten vertreten ist, scheint er sich nach und nach in eine verwandte Substanz umzusetzen, die man den Kleber genannt hat, die besonders in dem Getreide in bedeutender Menge vorkommt. Aus dem Weizenmehle, in dem dieser Stoff am reichlichsten vorhanden ist, erhält man ihn einfach dadurch, daß man das Mehl in einem Beutel von grober Leinwand unter beständigem Wasseraufgießen so lange knetet und verarbeitet, bis das abfließende Wasser nichts mehr mit sich führt. In den Samen der Hülsenfrüchte, der Erbsen, Bohnen und Linsen, findet sich endlich eine bedeutende Quantität eines eigenthümlichen Stoffes, den man mit dem Namen Legumin, Erbsenstoff oder Pflanzen-Caseïn belegt hat, weil er in der That mit dem Käsestoff der Milch viel Aehnlichkeit hat. Es unterliegt keinem Zweifel, daß alle diese Stoffe durch die chemische Thätigkeit der verschiedenen Organismen ineinander übergeführt werden können, daß z. B. Säuglinge, die in der Muttermilch nur Käsestoff erhalten, aus demselben den Faserstoff ihres Blutes und ihrer Muskeln, das Eiweiß ihrer Organe bereiten, und daß andrerseits eine säugende Frau, die sich nur von Brod und anderen pflanzlichen Stoffen nährt, aus diesen Stoffen nicht nur Blut und Fleisch ihres eigenen Körpers, sondern auch den Käsestoff ihrer Milch bereitet.

Auf diese Thatsachen fußend hat man schon öfter versucht, die verschiedenen Nahrungsmittel hinsichtlich ihres Werthes für die Ernährung zusammenzustellen, und hierbei als wesentlichen Punkt den Gehalt derselben an blutbildenden oder plastischen Stoffen in das Auge zu fassen. Ganz genau kann eine solche Zusammenstellung nicht sein, da einerseits Form und Löslichkeit der Stoffe verschieden sind, so daß wir nicht im Voraus wissen können, welche Verdauungskraft der Organismus zur Bewältigung der dargebotenen Nahrung aufwenden muß, und da wir andererseits auch nicht berechnen können, welcher Kraftverbrauch nöthig ist, um den einen der blutbildenden Stoffe in den anderen überzuführen. Indessen liefern solche übersichtliche Zusammenstellungen der Nahrungsmittel doch wenigstens der Wahrheit sich

nährende Resultate, die um so mehr beachtet sein wollen, wenn es sich nicht nur um das Individuum, sondern auch um die Verproviantirung im Großen handelt. Man gestatte mir ein Beispiel hier anzuführen. Bei einer Theuerung ließ die Regierung von Bern in Genua Reis ankaufen und pries sich und ihre Weisheit, als ihr gelungen war, den Reis fast zu demselben Preise zu erhalten, wie den damals sehr theuren Weizen, welchen man durch den Reis ersetzen wollte. Man braucht nur einen Blick auf die nachfolgende Tabelle zu werfen, um sich zu überzeugen, daß der Reis nur ein Dritttheil der blutbildenden Stoffe enthält, die in dem Weizenmehle vorkommen, und daß, abgesehen von der Form des Brodes, in welche der Reis gar nicht gebracht werden kann, die Regierung von Bern in angestammter gouvernementaler Unwissenheit für dieselbe Menge von nährenden Stoffen, welche sie beim Ankaufe von Weizen hätte erhalten können, das Dreifache an Geld ausgab.

Nutritionsscale nach dem Reichthume der Nahrungsmittel an eiweißartigen Verbindungen im frischen Zustande:

	Prozentzahl der Blutbildner in frischem Zustande.	Prozentzahl des Wassergehaltes.
Käse (frieſiſcher)	68	32
„ (schweizer)	62	28
Eisubstanz ohne Schale . .	20	57
„ mit Schale . . .	18	52
Eigelb	15,76	51,48
Eiweiß	12—13,8	85
Fleisch von Säugelbieren . .	14—16	77
„ von Fischen . . .	12—14	80
Muttermilch	5,4 — 1,9	91,4 —86,1
Milch von Kühen	7,2 — 6,7	85,7 —82,3
Eselsmilch	1,6 — 1,9	90
Weizenmehl	11,69—19,17	12,73—13,85
Roggenmehl	10,34—15,96	13,78—14,68
Reis	6,27— 3,8	15,14
Buchweizenmehl	5,84	15,12
Gerste	12,26—15,35	16,79—13,80
Erbsen	24,41	13,43—19,50
Bohnen	24,71	13,41
Große weiße Bohnen . . .	24,67	15,80
Linsen	26,50	13,01
Weiße Kartoffeln	2,49	74,95

	Prozentzahl der Blutbildner in frischem Zustande.	Prozentzahl des Wassergehalts.
Blaue Kartoffeln	2,37	68,94
Möhren	1,48	86,10
Rothe Rüben	2,83	81,61
Gelbe Rüben	1,54	83,28
Kohlrüben	1,54	87,78
Zwiebeln	0,46	93,78

Eine zweite Klasse von Nahrungsstoffen bieten die stickstofflosen Substanzen, die Fettbildner, die man auch, obwohl nicht ganz mit Recht, die Respirationsmittel genannt hat. Wir kennen im thierischen Organismus von stickstofflosen Substanzen eigentlich nur die Fettarten. Man hat sich gewöhnt, dieselben als etwas Wandelbares zu betrachten, und, verleitet durch die bei verschiedenen Individuen so äußerst verschiedene Fetthäufung im Zellgewebe, zwischen den Muskeln und Eingeweiden, hat man das Fett nur als einen accidentiellen Stoff betrachten wollen. Zum Theil hat dies seine Richtigkeit; — aber auch nur zum Theil, denn Fett gehört eben so nothwendig zur Zusammensetzung fast aller Formelemente, die wir im Körper finden, als Faserstoff und Eiweiß. Das Gehirn und die Nervensubstanz, das Drüsengewebe, selbst das Muskelfleisch und die Haut; — alle Gewebe fast ohne Ausnahme enthalten eine gewisse, mehr oder minder große Menge Fett als nothwendigen Bestandtheil. Daß dieses nothwendige Fett denselben Gesetzen der Ernährung unterliegen müsse, wie die stickstoffhaltigen Bestandtheile, kann keinem Zweifel unterliegen; daß demnach die Speisen ebenfalls Fett oder in Fett wandelbare Stoffe liefern müssen, ist ein nothwendiges Bedürfniß der Existenz des Organismus. Allein dieser nimmt mehr, als er unumgänglich nöthig hat, von diesen Stoffen auf, er übersättigt sich damit, er setzt sie in den Zwischenräumen des Zellgewebes in Form von Fett ab, um sie zu allenfallsigem Gebrauche bereit zu haben.

Ist dieses richtig, so geht daraus unwiderleglich hervor, daß die stickstofflosen Bestandtheile der Nahrungsmittel nur dann als Ersatzmittel für den Stoffverbrauch im Organismus ange-

ſehen werden können, wenn es möglich iſt, ihren Uebergang in Fett nachzuweiſen. Was nicht Fett werden kann, findet keine Anwendung im Organismus, und wird deßhalb entweder gar nicht aufgenommen, oder wenn die Subſtanz phyſikaliſchen Geſetzen zufolge von den Gefäßen ausgeſaugt wird, ſo ſchaffen die Abſonderungsorgane ſie auch unverändert aus dem Organismus wieder hinaus. Die fleiſchfreſſenden Thiere erhalten Fett unmittelbar in ihrer Nahrung, und zwar meiſtens noch im Ueberſchuſſe, da im Allgemeinen die grasfreſſenden Thiere, welche ihnen zur Beute dienen, durch reichliche Fettentwicklung ſich auszeichnen. In dem Pflanzenreiche ſind es hauptſächlich die Samen, welche eine bedeutende Menge von Fett enthalten, und viele Pflanzen, wie Mohn, Lein, Oliven, Seſam, Reps, werden lediglich des Oelgehaltes ihrer Früchte und Samen wegen angebaut. Auch die gewöhnlichen Gräſer und grünen Pflanzentheile enthalten eine geringe Quantität von Fett, die aber nicht hinreicht, um die Fettentwicklung in vielen pflanzenfreſſenden Thieren zu erklären. Man fragte ſich alſo, woher dieſes Fett, welches namentlich bei der Mäſtung in ſo großer Quantität erzeugt und im Körper der gemäſteten Thiere abgeſetzt wird, ſtammen könne.

Ich berühre hier den heftigen Streit, welcher vor nicht langer Zeit zwiſchen Frankreichs und Deutſchlands chemiſchen Koryphäen geführt wurde und wo endlich, nach hartem Kampfe, das linke Rheinufer ſich überwunden erklären mußte. Die Einen, auf die Thatſache fußend, daß die ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen, welche wir in unſerer Nahrung einnehmen, nur dann wirklich ernährend und Verluſte erſetzend ſich zeigen, wenn ſie in ihrer Zuſammenſetzung mit den im Körper vorhandenen Stickſtoffverbindungen identiſch ſind; Thatſache, welche von beiden Partheien als gegründet anerkannt wurde —; die Einen, ſagte ich, dehnten dieſe Thatſache zum allgemeinen Geſetz aus und behaupteten, der thieriſche Organismus ſchaffe in der Verdauung überhaupt gar nichts um, er bewirke keine neuen Verbindungen, ſondern ziehe die ihm nothwendigen Stoffe aus den Nahrungsmitteln

nur aus und gebe ihnen die passende Form. Das Pflanzenreich, behaupteten sie, sei das große Laboratorium der organischen Verbindungen im Allgemeinen; in den Pflanzenzellen würden der Faserstoff, das Eiweiß, die Fette, kurz alle thierischen Bestandtheile bereitet und auf diese Weise den pflanzenfressenden Thieren fertig geboten, welche durch ihre Verdauung diese Stoffe nur auszögen und in ihrem Organismus verwendeten. Auch das Fett, welches in der Mast befindliche Thiere ansetzten, werde nicht von ihnen aus anderen Stoffen bereitet, sondern sei schon in den gebotenen Nahrungsmitteln als fettähnlicher Stoff (meist Pflanzenwachs) angehäuft. Zum Beweise dieser Ansicht lieferte man neue Analysen der Pflanzennahrung, des Wälschkorns, Heues u. a. m., und wies in der That eine größere Quantität fettiger Stoffe in diesen Materien nach, als man bisher angenommen hatte. Derjenige deutsche Chemiker indeß, welcher zuerst die Behauptung aufgestellt hatte, daß der Thierorganismus in der That aus Zucker, Stärkemehl und andern stickstofflosen Substanzen Fett bereiten könne, und sich dabei namentlich auf bekannte Erfahrungen über die Wachserzeugung der Bienen und auf das Mästen der Thiere im Allgemeinen berufen hatte, wies einfach nach, daß die Exkremente einer milchenden Kuh eben so viel Pflanzenwachs enthielten, als sie in der Nahrung bekam, und dadurch war auch seine Behauptung bewiesen. Jetzt, wo die französischen Chemiker sich durch eigene Versuche überzeugt haben, daß die Bienen wirklich in ihrem Innern den Zucker in Wachs verwandeln; jetzt, wo ein unpartheiischer, im Elsaße wohnender Beobachter nachgewiesen hat, daß die Gänse in der That aus dem Stärkemehl und Zucker des Wälschkorns, die Schweine aus dem Stärkemehl der Kartoffeln Fett bereiten; jetzt kann kein Zweifel mehr über die Thatsache sein, daß der Organismus zum Theil sich seine Stoffe und namentlich das Fett aus anderen ihm dargebotenen Verbindungen schafft.

Auf welche Weise indeß diese theilweise Umbildung der Nahrungsmittel bewerkstelligt werde, dies ist auf jeden Fall noch

nicht dargethan : das Endresultat kennen wir, das Verfahren ist uns noch Geheimniß.

Einen Anknüpfungspunkt zur Entscheidung dieser Frage scheinen einige neuere Untersuchungen bieten zu wollen. Schweine, mit fettlosen, aber stärkemehlhaltigen Substanzen gefüttert, wurden nicht fett; Enten, denen man fettlosen Reis zur Nahrung gab, blieben mager wie zuvor. Fügte man aber eine kleine Quantität Fett zur Nahrung zu, so wurde nicht nur diese aufgenommen, sondern auch das Stärkemehl selbst in Fett umgewandelt und dieses in großer Menge in dem thierischen Körper abgesetzt. An diese Resultate, die durch eine große Reihe genauer Untersuchungen gewonnen wurden, knüpfen sich noch einige andere Thatsachen derselben Art. Bienen mit reinem Zucker genährt bildeten kein Wachs; wurde ihnen aber Honig gereicht, in welchem sich eine höchst kleine Menge Wachs findet, so erzeugten sie Wachs in bedeutender Quantität. Die Gelatine, welche vor einiger Zeit als Ersatzmittel der Fleischbrühe angerühmt wurde, hat sich als durchaus unnütz erwiesen, indem sie die eiweißartigen Stoffe nicht ersetzen konnte; — einigen älteren Versuchen zu Folge aber soll sie nährend wirken, wenn ihr eine kleine Menge Fleischbrühe beigesetzt wird. Es scheint, als ob die geringen Quantitäten von Fett, von Fleischbrühe, die man stärkemehlhaltigen, gelatinösen Substanzen in der Nahrung beimischt, wie eine Art Hefe wirken, wodurch der Umsatz des fremdartigen Stoffes bedingt wird, und es wird jetzt als eine der ersten Aufgaben der physiologischen Chemie zu betrachten sein, zu erörtern : welchen Einfluß diese Beimischungen sehr kleiner Mengen gewisser Stoffe auf die Umwandlung der Nahrungsmittel im Großen haben.

Die Entwicklung der ölhaltigen Pflanzensamen mußte schon bei genauerer Ueberlegung darauf hinweisen, daß durch den Vegetationsprozeß das Stärkemehl in Fett übergeführt werden kann. Alle diese Samen enthalten in ihrem Jugendzustande, bevor sie vollständig entwickelt sind, eine bedeutende Menge von Stärkemehl, das allmählich verschwindet und durch Oel ersetzt

wird. Da dieſe Umwandlung nur durch Verluſt von Sauerſtoff erklärt werden kann, indem das Fett weit weniger Sauerſtoff enthält, als das Stärkemehl, ſo iſt es gewiß nicht ohne Bedeutung, daß die fett- und wachsartigen Stoffe bei den Pflanzen am meiſten in den äußeren Schichten nahe an der Oberfläche liegen, die bekanntlich unter dem Einfluſſe des Sonnenlichtes Sauerſtoffgas ausſcheidet.

Die ſtärkemehlhaltigen Körper, welche, wie aus dem Obigen hervorgeht, in dem thieriſchen Organismus in Fett übergeführt werden können, und die wir deßhalb auch mit dem Namen der Fettbildner bezeichneten, ſind in dem pflanzlichen Organismus ganz allgemein verbreitet. Der Stoff, aus dem die jugendlichen Pflanzenzellen beſtehen, das Stärkemehl, welches hauptſächlich in denjenigen Pflanzentheilen überreichlich angehäuft iſt, die dem Lichte nicht ausgeſetzt ſind, und das mehrere Abarten zeigt, das Dextrin, welches durch die Einwirkung von Diaſtaſe, einem eigenthümlichen Gährungsſtoffe, aus Zellſtoff und Stärkemehl hervorgeht: alle dieſe Subſtanzen bilden eine eigenthümliche Reihe von Körpern, die keinen Stickſtoff enthalten und die durch fortgeſetzte Einwirkung der Gährungsſtoffe in Zucker übergeführt werden. Die verſchiedenen Zuckerarten, von welchen der Trauben- oder Krümmelzucker der am weiteſten verbreitete iſt, bilden gewiſſermaßen das Ziel der Umwandlungen, die in dem pflanzlichen Organismus durch Einwirkung der Gährungsſtoffe und der Pflanzenſäuren auf das Stärkemehl hervorgebracht werden. Der Zucker ſelbſt aber iſt ein höchſt unbeſtändiger Stoff, der, wie man weiß, durch fortgeſetzte Einwirkung der Fermente in Weingeiſt und Eſſigſäure, durch weinige und ſaure Gährung übergeführt werden kann. Alle dieſe Umwandlungen, welche die Chemie nach allen Seiten hin erforſcht hat, ſind für uns von geringerem Intereſſe; während die Erforſchung der Frage: durch welche Zwiſchenſtufe der Zucker in Fett übergeführt wird, für die Phyſiologie von der größten Wichtigkeit iſt. Wir ſahen oben bei der Analyſe des Verdauungsprozeſſes, daß die ſtärkemehlartigen Körper in dem Darmkanale durch den Einfluß des

Speichels, des Bauchspeichels und des Darmsaftes in Zucker umgewandelt werden. Von den Zwischenstufen zwischen Zucker und Fett, das wir als Endresultat dieser Umwandlung im Organismus kennen, ist nur so viel bekannt, daß Traubenzucker durch Behandlung mit thierischen Hefen in Milchsäure und dann in Buttersäure übergeführt wird, eine Umwandlung, die sicher auch in dem Darmkanale vor sich geht, da bei Fütterung mit stärkemehlhaltigen Substanzen stets eine bedeutende Buttersäurebildung in den Gedärmen bemerkt wird. In welcher Weise diese Buttersäure in Fett übergeht, dies nachzuweisen wird vielleicht einer späteren Zeit gelingen.

Man hat hinsichtlich des Gehaltes der Nahrungsstoffe an stärkemehlartigen Körpern ähnliche Tabellen entworfen, wie die oben hinsichtlich der stickstoffhaltigen Bestandtheile mitgetheilte. Eine solche Tabelle hat insofern einen praktischen Werth, als sie hauptsächlich den Maßstab des Effektes giebt, welchen man bei Fütterung solcher Substanzen für die Mästung oder Fettbildung erzielt. Man wird bei Vergleichung dieser Tabelle mit der früher mitgetheilten finden, daß die Stoffe fast die umgekehrte Reihenfolge einnehmen, und wenn man nur etwas weiter die gemischten Nahrungsmittel berücksichtigt, die der Mensch zu sich nimmt, so wird man finden, daß fette Leute stets mehr Neigung zu denjenigen Nahrungsmitteln zeigen, welche vorzugsweise aus den in der folgenden Tabelle voranstehenden Substanzen entnommen sind, während magere Menschen mehr auf die der früheren Tabelle angehörigen Nahrungsmittel sich werfen.

Gehalt an Stärkemehl und Blutbildnern der bei 100° getrockneten Substanz.

	Prozentzahl des Stärkemehls.	Prozentzahl der Blutbildner.
Reis	85,87	7,40
Maismehl	77,74	13,66
Weizenmehl Nr. 1	65,21	19,16
„ Nr. 2	66,93	13,54
„ Nr. 3	57,70	21,97
Buchweizenmehl	65,05	6,89

	Prozentzahl des Stärkemehls.	Prozentzahl der Blutbildner.
Gerstenmehl	64,63	—
Roggenmehl Nr. 1	61,26	11,94
„ Nr. 2	54,84	17,71
„ Nr. 3	57,07	—
Linsen	39,62	—
Erbsen	38,81	28,22
Bohnen	37,71	28,54

Schon oben deuteten wir darauf hin, daß auch die anorganischen Bestandtheile, die unser Körper enthält, durch die Nahrungsmittel zugeführt werden müssen, da diese Bestandtheile nicht minder, wie die organischen, für den Organismus und die Forterhaltung seines Lebens wesentlich sind. Unsere Knochen enthalten eine große Menge erdiger Bestandtheile, namentlich phosphorsauren Kalk; unser Blut Eisen und eine Menge alkalischer Salze; alle unsere Sekretionen: Harn, Galle ꝛc. enthalten eine bestimmte Quantität feuerbeständiger Salze, welche man meist durch Verbrennung als Asche bestimmt. Alle diese Salze kann der Organismus nicht erschaffen, sie müssen ihm in der Nahrung geboten werden. Der Gebrauch des Kochsalzes ist keine Zufälligkeit, sondern tief in den Ernährungsgesetzen unseres Körpers begründet; bei der Gegenwart von Kochsalz im Magensafte geht die Verdauung weit schneller und vollständiger vor sich; ohne Salzsäure ist sie nur äußerst unvollständig. Es ist jedem Landwirthe bekannt, daß Hühner nur schlecht und wenig Eier legen, wenn man sie verhindert, den Kalk an den Mauern zu picken; sie bedürfen dieses Kalkes zur Construktion der Eischalen. Ein Kind, welches sein Skelett baut, bedarf einer bedeutenderen Menge phosphorsaurer Kalkerde, als ein Erwachsener, und die Thatsache, daß scrophulöse und rachitische Kinder gerne Erde und Kalk essen, findet ganz einfach in dem Umstande seine Erklärung, daß die Absonderungen dieser Kinder eine bedeutende Menge von Kalksalzen enthalten und sie demnach das Bedürfniß fühlen, diesem Abgange entgegen zu arbeiten.

Soll demnach die Koſt wirklich nährend für den Organismus ſein, ſo müſſen ſich darin, vom chemiſchen Standpunkte aus, drei Bedingungen verwirklichen: die gebotenen Subſtanzen müſſen Blutbildner zur Ernährung der ſtickſtoffhaltigen, Fett oder in Fett wandelbare Stoffe zum Erſatz der ſtickſtoffloſen Körperbeſtandtheile, und eine angemeſſene Quantität der im Körper vorkommenden anorganiſchen Salze enthalten. Länger fortgeſetzte Entbehrung einer jeden Bedingung tödtet unausbleiblich den Organismus, der ſich ſelbſt zerſtört, um ſeinen Ausgaben zu genügen. Indeß erfolgt der Tod bei ausſchließlicher Ernährung mit einer oder der anderen Klaſſe von nothwendigen Stoffen nicht in derſelben Zeit. Eine Ernährung, in welcher die Blutbildner fehlen, iſt faſt mit völligem Hungern gleichzuſetzen; Hunde, welche man mit reinem Zucker, Stärke oder Gummi fütterte, ſtarben faſt zu derſelben Zeit, wie andere, welche nur reines Waſſer erhielten und auf dieſe Weiſe den Hungertod ſtarben. Fütterung mit reinen Blutbildnern, Faſerſtoff oder Eiweiß, erhielt das Leben zwar länger, allein auch nicht auf die Dauer, und es iſt leicht einzuſehen, daß dieſe längere Erhaltung auf dem Umſtande beruht, daß jeder thieriſche Organismus eine gewiſſe Menge überflüſſigen Fettes, gleichſam als Reſerve, bewahrt, wovon er in geeignetem Falle Gebrauch machen kann. Verſuche über Fütterung mit Subſtanzen, welche keine unorganiſchen Salze lieferten, hat man bis jetzt nur an Vögeln angeſtellt; die Thiere ſtarben erſt nach verhältnißmäßig langer Zeit, und bei der Sektion fanden ſich ihre Knochen erweicht, verdünnt, durchlöchert, ihrer erdigen Beſtandtheile beraubt.

Die chemiſche Zuſammenſetzung der Nahrungsmittel, ihr Gehalt an Blutbildnern, Fett und anorganiſchen Salzen reicht aber noch nicht hin, die Stoffe zum Genuſſe tauglich zu machen; ein weſentliches Erforderniß iſt noch, daß die Form, in welcher ſie geboten werden, auch den Verdauungskräften angemeſſen ſei. Auf Erzielung dieſer leichteren Auflöslichkeit der Nahrungsſtoffe ſind jene vorgängigen chemiſchen Operationen gerichtet,

welche wir unter dem Namen der Kochkunſt begreifen. Theils durch die Zerkleinerung und zweckmäßige Miſchung, theils durch Einwirkung der Wärme bringen wir unſere Speiſen in einen Zuſtand, wo die Verdauungskräfte in weiteſter Ausdehnung auf ſie wirken können, und je nachdem ſchon die organiſche Subſtanz an und für ſich leichter oder ſchwerer durch die Verdauungsflüſſigkeiten auflösbar iſt, unterſcheiden wir leicht oder ſchwer verdauliche Speiſen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch dieſe Verhältniſſe nach genauen chemiſchen Analyſen der in Betracht kommenden Agentien klar gemacht werden können; allein einerſeits ſtehen unſere Kenntniſſe der Zuſammenſetzung der Nahrungsmittel noch nicht auf der nöthigen Stufe der Vollendung, während andrerſeits die Verdauungsflüſſigkeit individuelle Abweichungen zeigen kann und zeigt, deren Gränzen wir noch nicht kennen. Ja ſelbſt bei durchaus ähnlichen Stoffen treten Verhältniſſe ein, die durch die heutige Chemie noch nicht enträthſelt werden können. Ochſenfleiſch und Kalbfleiſch zeigen keine verſchiedene chemiſche Zuſammenſetzung, und dennoch iſt das eine weit leichter verdaulich, als das andere. Es ſcheint, als walten hier dieſelben Erſcheinungen mit, welche ſich in der unorganiſchen Natur bei dem Iſomerismus zeigen, der bekanntlich darin beſteht, daß ganz gleich zuſammengeſetzte Körper verſchiedene chemiſche Eigenſchaften zeigen können. Friſch gefällte Thonerde löſt ſich mit größter Leichtigkeit in Säure auf, getrocknet und geglüht wird ſie faſt durchaus unlöslich, und dennoch iſt es derſelbe Körper. So mag es auch bei vielen Nahrungsmitteln ſein : ſie enthalten dieſelben chemiſch gleich zuſammengeſetzten Körper, aber in mehr oder minder löslichen Modifikationen, und ſind deßhalb leichter oder ſchwerer verdaulich.

Die Kenntniß der Nahrungsmittel von dieſem Geſichtspunkte aus iſt aber von der höchſten praktiſchen Wichtigkeit und von alten Zeiten her hat man ſchon auf verſchiedenen Wegen zu ſolcher Kenntniß zu kommen geſucht. Der Erbſenbrei und das Pöckelfleiſch, die einen Matroſen trefflich nähren, würden einen am Nervenfieber oder Schwäche des Magens leidenden

Kranken ohne Weiteres tödten. Ein Jeder zwar kennt mehr oder weniger aus Erfahrung, was ihm zusagt und was nicht; aus der Vergleichung dieser Erfahrung sind allgemeine Regeln der Diät hervorgegangen, welche überall so ziemlich dieselben sind. Versuche von wirklich wissenschaftlichem Werthe über diese Frage sind aber erst in neuester Zeit gemacht worden, und vielleicht, daß sich auf die eine oder andere Weise Gelegenheit bietet, sie zu vervollständigen.

Ein canadischer Arzt hatte zu seiner Disposition einen Jäger, dem in Folge einer bedeutenden Schußwunde eine Oeffnung im Magen zurückgeblieben war, durch welche man sich über alle Vorgänge in diesem Organe leicht Auskunft verschaffen konnte. Sobald der Mann eine Mahlzeit zu sich genommen hatte, so wurden die Fortschritte der Verdauung beobachtet und der Zeitpunkt bestimmt, wo die Umwandlung der Nahrung in vollkommenen Speisebrei vollendet war. Die Resultate dieser Untersuchungen können nicht allgemein bindend sein, da der individuellen Abweichungen zu viele sind; allein ich halte ihre Aufführung für um so zweckmäßiger, als sie eben einen Maßstab zur Vergleichung der Thatsachen mit den herrschenden Ansichten geben. Zur vollständigen Umwandlung in Speisebrei bedurften: Gekochte Schweinsfüße, gebratener Ochsenmagen, gekochter Reis 1 Stunde; weiche süße Aepfel, geschlagene Eier, gekochte Lachsforelle, Gerstensuppe, gebratene Lachsforelle, geröſteter Hirsch 1 St. 30 M.; gekochter Sago, gekochtes Gehirn 1 St. 45 M.; mit Essig angemachter Kohl, weiche saure Aepfel, gekochter Tapioka, gekochte Milch, rohe Eier, trockener gesottener Stockfisch, gebratene Ochsenleber, kalte Milch mit Brod, gekochte Gerste 2 Stunden; frische Milch 2 St. 15 M.; gekochte Gallerte, Zuckerbrod, gekochter Pastinak, roher Kohl, Truthahn, geröstet und gesotten, Haché mit Kartoffeln, geröstete Kartoffeln, wilde Gans, geröstet, Spanferkel, gesottene Bohnen 2 St. 30 M.; gekochtes Rückenmark 2 St. 40 M.; Eier und Milchpudding 2 St. 45 M.; rohe harte saure Aepfel 2 St. 50 M.; rohe Austern 2 St. 55 M.; weich gesottene Eier, geschmortes Hammelfleisch, frisches mageres

Ochſenfleiſch geröſtet, Beafſteak, roher Schinken, gebratener Barſch, geſottene Bohnen, Kuchen, gebratenes Rindfleiſch 3 St.; gekochte gelbe Rüben, geröſtetes Hammelfleiſch 3 St. 15 M.; gebratene Butter, zerlaſſene Butter, Hammelfleiſchſuppe, friſches Weizenbrod, Auſternſuppe, gekochte weiße Rüben, Bratwurſt, fettes Rindfleiſch, gekocht, alter Käſe, hart geſottene Eier, gedämpfte Auſtern, gekochte Kartoffeln 3 St. 30 M.; geſottenes Ochſenfleiſch mit Salz 3 St. 35 M.; Butterbrod mit Kaffee, türkiſch Korn gekocht, gekochte Bohnen, gebratenes Hammelfleiſch 3 St. 45 M.; geröſtetes Schweinefleiſch 3 St. 50 M.; gebratenes Rindfleiſch, gekochtes Geflügel, gekochter geſalzener Lachs, gebratenes Herz, gekochte Hühner, gebratenes Kalbfleiſch, Rindfleiſchſuppe, trockenes Brod und Kaffee, gebratene Ente 4 St.; gekochte Knorpel 4 St. 15 M.; friſch geſalzenes Schweinefleiſch, gekocht, Hammeltalg, gekochter Kohl, gebratene Wildente 4 St. 30 M.; gekochte Sehnen und Ochſentalg 5 St. 30 M.

Ein anderer Beobachter benutzte die Fähigkeit, die er beſaß, durch Lufteinſchlucken ſich willkürlich zu erbrechen, um Unterſuchungen über ſeine Verdauung anzuſtellen. Er nahm beſtimmte Mahlzeiten ein und erbrach ſie nach einer gewiſſen Zeit wieder, um den Grad ihrer Chymificirung zu unterſuchen. Hierbei ergaben ſich als leicht verdauliche Subſtanzen, d. h. als ſolche, welche im Magen binnen 1—1½ Stunden in einen Brei verwandelt werden: Spinat, Selleri (mit Ausnahme der Strünke), Spargel, Hopfen, Berghopfenkeime, Artiſchocken, aus verſchiedenen Obſtſorten bereitetes Muß, Brei von Getreidekörnern, Roggen, Gerſte, Mais, Reis, Erbſen, Bohnen, Kaſtanien, einen Tag altes Brod und alle Art von Gebäck, das keine Butter enthielt, Rüben, Kartoffeln, arabiſcher Gummi, Kalbfleiſch, Hahn, junges Schöpſenfleiſch, friſch gelegte und weich geſottene Eier, Kuhmilch und in Waſſer gekochte, mit Salz und Peterſilie verſehene Barſche. Zu den minder verdaulichen Subſtanzen, d. h. zu denen, welche nach 1—1¼ Stunden unvollſtändig chymificirt waren, gehörten die rohen Kräuter des Salates, der Huflattig, der Löwenzahn, die Brunnenkreſſe, die

Cichorie, der Weißkohl, der Mangold, die gekochten und die rohen Zwiebeln, Meerrettig, rothe und gelbe Rüben, das Fleisch von nicht saftigem Kernobste, neu gebackenes Brod, frische und trockene Feigen, Pasteten, Schweinefleisch und alle daraus bereiteten Speisen, gekochtes Blut, hartgesottene Eier und Eierkuchen. Als Nahrungsmittel endlich, welche innerhalb der gewöhnlichen Zeit von 4 Stunden nicht verdaut wurden, zeigten sich Champignons, Morcheln, Trüffeln, welsche Nüsse, Haselnüsse, Mandeln, Pinien, Pistazien, Rosinenkerne, Kerne von Birnen, von Aepfeln, von Pomeranzen, von Johannisbeeren, von Citronen, von Oliven, Cacaobohnen, ausgepreßte fette Oele von Nüssen, Mandeln, Haselnüssen und Oliven, trockene Rosinen, die Hülsen der Erbsen, der Bohnen, der Linsen, des Roggens, der Gerste, die Schoten von Erbsen und Bohnen, die Haut der Kirschen, der Aprikosen, der Pflaumen, der Pfirsichen, der Prunellen, die Schale des Kernobstes, der Beeren, der Aepfel, der Birnen, der Johannisbeeren, der Stachelbeeren, der Pomeranzen, der Citronen, Orangeat, Citronat, die Samenbehälter der Birnen und der Aepfel, die Kerne der Pflaumen und der Kirschen, die sehnichten und häutigen Theile des Rindes, des Kalbes, des Schweines, des Geflügels, des Rochens, die Knochen, die fettigen und öligen Substanzen dieser Thiere und das Eiweiß von hart gekochten Eiern. Durch einen Zusatz von Oel oder Fett wurden auch in diesem Falle alle Nahrungsmittel schwerer verdaulich. Gebratener oder mit Oel, Wein oder weißer Brühe zubereiteter Barsch ging schwerer als in Wasser gesottener in Chymus über. Ein Zusatz von Sauerampfer zu dem Spinate verminderte die Verdaulichkeit des letzteren. Die Digestion der Breiarten, von Aepfeln, Birnen, Pflaumen u. dgl. wurde durch einen Beisatz von Zucker und Zimmt begünstigt. Schwarzbrod verdaute sich schlechter als weißes, frisches schwerer als einen Tag altes; gesalzenes Gerstenbrod leichter als ungesalzenes, Buchweizenbrod schwieriger als Brod von reinerem Mehl. Die Brodrinde soll eben so verdaulich als das weiche sein. Alle jüngeren Thiere wurden wiederum leichter als ältere verdaut.

Als Subſtanzen, welche die Digeſtion verzögern, fand Goſſe viel lauwarmes Waſſer, Säuren, Adſtringentien wie China, alle fetten Speiſen, Abkochung von Solanum dulcamara, mineraliſchen Kermes und Sublimat. Als Beförderungsmittel der Digeſtion ergaben ſich Kochſalz, Pfeffer, Zimmt, Muskaten, Nelken, Senf, Meerrettig, Rettig, Kapern, Wein, geringe Menge Liqueurs, alter Käſe, Zucker und verſchiedene, bittere Dinge.

Man ſieht, der Genfer Arzt und der canadiſche Jäger verdauten nicht in gleicher Weiſe, und es bedürfte einer großen Menge vergleichender Verſuche mit verſchiedenen Individuen, um die allgemeinen zur Baſis dienenden Regeln aufſtellen zu können. Bis dahin wird die Diätetik ſtets mehr oder minder dem reinen Empirismus verfallen bleiben und der Arzt ſeinen Reconvalescenten diejenige Speiſe als die verdaulichſte rathen, die er ſelbſt am leichteſten verdaut. Die Wahl der Nahrungsmittel an ſich iſt aber nicht nur individuell höchſt wichtig, ſondern auch in politiſch-ökonomiſcher Rückſicht eine wichtige und weltbewegende Frage. Die Produktion der Nahrungsmittel ſteht in der engſten Beziehung zu dem Grade der Cultur und Civiliſation, zu welcher ſich die Menſchheit erhoben hat, und der Hauptzweck der Landwirthſchaft, welche inſofern die Baſis einer jeden Civiliſation bildet, als ſie nothwendig feſte Wohnſitze vorausſetzt, beruht auf der größtmöglichſten Produktion von Nahrungsſtoff auf einem gegebenen Raum der Erdoberfläche. Da aber nicht alle Produkte der Landwirthſchaft in gleichem Maße und in gleicher Richtung nährend wirken, ſo ſei es uns erlaubt, hier einige Worte über den Werth der Nahrungsmittel in phyſiologiſcher Beziehung beizufügen.

Wir ſahen oben, daß nach dem Einfluſſe, welchen die verſchiedenen durch die Nahrungsmittel eingeführten Stoffe auf den Körper haben, wir dieſelben in verſchiedene Klaſſen eintheilen können, daß wir anorganiſche Stoffe, Blutbildner und Fettbildner bedürfen, um die Ernährung nach allen Richtungen in vollſtändiger Weiſe vor ſich gehen zu ſehen. Ein Nahrungsmittel wird deßhalb dann ſeinen Zweck am beſten erfüllen, wenn es

vielfältig gemiſcht iſt und in ſeiner Miſchung eine dem Körper analoge Zuſammenſetzung aus den angeführten Subſtanzengruppen zeigt. Wo dieſe Miſchung der Nahrungsmittel fehlt, da wird daſſelbe, für ſich allein genommen, bei längerem Gebrauche untauglich, das Leben zu erhalten, und da die wenigſten Nahrungsmittel eine ſolche Miſchung zeigen, ſo müſſen wir bei der Ernährung unſeres Körpers durch zweckmäßiges gemeinſchaftliches Genießen verſchiedener Subſtanzen, welche in ihrer Geſammtheit dem genannten Bedürfniſſe entſprechen, die fehlerhafte Miſchung der vereinzelten Nahrungsmittel erſetzen. Der Wechſel der Nahrungsmittel iſt demnach ein höchſt wichtiges Geſetz für den Einzelnen wie für die Geſammtheit, und nicht minder iſt die gehörige Zuſammenſtellung verſchiedenartiger Nahrungsmittel eine abſolute Nothwendigkeit. Der Ekel, welchen die ſtete Wiederkehr deſſelben Gerichtes erregt, iſt kein Reſultat der Verwöhnung unſeres Gaumens, ſondern ein Sträuben des Organismus gegen die ihm ſchädlich werdende Nahrung, die ſeinen Bedürfniſſen nicht mehr zu entſprechen vermag.

Die Natur ſelbſt hat uns in Betreff der Zuſammenſetzung eines typiſchen Nahrungsmittels, das für ſich allein genommen den Bedürfniſſen des Organismus vollſtändig zu genügen vermag, das beſte Beiſpiel in der Milch aufgeſtellt, mittelſt welcher die jungen Säugethiere während einiger Zeit vollkommen ausreichend ernährt werden. Die Milch iſt eine ſtark waſſerhaltige Flüſſigkeit, in welcher eine bedeutende Quantität Milchzucker, alſo ein fettbildender Körper, und etwa eben ſo viel Käſeſtoff als blutbildender Beſtandtheil aufgelöſt iſt. Die Salze in der Milch fehlen nie und ſie beſtehen größtentheils aus phosphorſauren Salzen, aus Chlorkalium und Kochſalz, ſowie aus einer kleinen Menge freien Natrons, welche die Löslichkeit des Käſeſtoffes im Waſſer bedingt. Außerdem ſchwimmt in der Milch in äußerſt feinen Tröpfchen und Kügelchen vertheilt ein leicht ſchmelzbares, neutrales Fett, die Butter. Man kann rechnen, daß in einer guten Kuhmilch $\frac{9}{10}$ Waſſer, $\frac{1}{20}$ Milchzucker, eben ſo viel Käſeſtoff, $\frac{1}{30}$ Butter und $\frac{1}{200}$ Salze ſich finden, während die Frauenmilch

weniger und weichere Butter enthält. Dem Säuglinge werden alſo in dieſer Flüſſigkeit ein blutbildender Stoff in der leichtlöslichſten Form des Käſeſtoffes, ein fettbildender in dem Milchzucker und ein leicht lösliches Fett zugeführt, welches, wie wir oben ſahen, ſicherlich zum Umſatze des Zuckers in Fett weſentlich beiträgt. Außerdem erhält der Säugling in dem phosphorſauren Kalke der Milch das weſentlichſte Salz, deſſen er zum Aufbau ſeines Skelettes ſo ſehr benöthigt iſt. Alle dieſe Stoffe ſind zugleich in einer ſo großen Menge von Waſſer aufgelöſt, daß dieſe hinreicht, um den Stoffwechſel durch den Organismus hindurch zu vermitteln.

Merkwürdiger Weiſe ſtehen die Samen der Getreidearten, der Hülſenfrüchte, überhaupt die weſentlichſten Erzeugniſſe der Landwirthſchaft in ihrer Eigenſchaft als Nahrungsmittel der Milch am allernächſten, ſo daß man ſie faſt als Pflanzenmilch in feſter Geſtalt bezeichnen könnte. Es finden ſich hier dieſelben Salze, und namentlich der reiche Gehalt an phosphorſauren Salzen, wie in der Milch; es findet ſich eine ziemlich bedeutende Quantität von Blutbildnern, die man im unreinen Zuſtande als Kleber bezeichnet; es findet ſich endlich etwa 60—70 Prozent eines fettbildenden Stoffes, des Stärkemehls, welcher leicht in Zucker und die übrigen Produkte der Zerſetzung übergeführt werden kann. Nur Eins fehlt den eigentlichen Getreidearten: das freie Fett, welches nur in höchſt geringer Quantität im Weizen und Roggen, in größerer dagegen im Mais vorkommt, weßhalb dieſer auch zum Mäſten und zur Fetterzeugung allgemein vorgezogen wird. Ebenſo iſt es merkwürdig zu ſehen, daß der Inſtinkt auch den Mangel der Getreidearten und des daraus bereiteten Brodes an Fett richtig eingeſehen hat und demſelben durch Fettzuſatz beim Genuſſe entgegenzuwirken ſucht. Das Butterbrod, welches bei der Ernährung der germaniſchen Völkerſtämme eine ſo bedeutende Rolle ſpielt, hat hierdurch ſeine wiſſenſchaftliche Grundlage und Berechtigung gefunden und kann wirklich als der vollkommenſte Erſatz der Milch bezeichnet werden.

Wenn die Getreidearten und Hülsenfrüchte das Beispiel einer wohlgemischten Nahrung bieten, so sind dagegen die Kartoffeln ein durchaus einseitiges Nahrungsmittel, in welchem die stickstoffhaltigen Bestandtheile gänzlich zurücksinken und nur das Stärkemehl vorwiegt. Zudem enthalten die Kartoffeln eine ungemein große Quantität von Wasser (zwischen 70 und 80 Prozent) und eine höchst geringe Anzahl von Salzen, unter welchen die phosphorsauren namentlich gänzlich mangeln. Es ist kaum möglich, ein Nahrungsmittel zu finden, welches in jeder Beziehung so ungünstige Verhältnisse darbietet, als die Kartoffel; und wenn dieselbe dennoch eine so ungemeine Bedeutung in der Oekonomie der Gesellschaft erlangt hat, so liegt der Grund davon in Verhältnissen, die unabhängig von ihrem Werthe als Nahrungsmittel an sich sind. Nebengründe liegen in der bedeutenden Acclimatisationsfähigkeit, die den Anbau der Kartoffel von Lappland bis in die Nähe des Tropenklimas möglich macht; in der Beziehung zu dem Boden, der durch die Kartoffel nicht an denjenigen Substanzen erschöpft wird, welche die Getreidearten nöthig haben; der Hauptgrund der allgemeinen Verbreitung des Kartoffelanbaues aber liegt in der Thatsache, daß man mittelst der Kartoffel dem Boden weit mehr feste Bestandtheile abgewinnen kann, als mit irgend einer anderen Frucht. Diese Bestandtheile mögen in höchst ungünstigen Mischungsverhältnissen und in äußerst ungünstiger Form, nämlich in einer Menge von Wasser aufgeschwemmt dem Verbrauche dargeboten werden, ihre absolute Menge bleibt dennoch so bedeutend, daß der Kartoffel hierdurch ein wesentlicher Vorzug gesichert ist. Ein Beispiel wird dies schlagend beweisen. Von einer Hektare Land wurden unter gleichen Umständen geerndtet :

	Pfd. Waizen,	Pfd. Korn,	Pfd. Erbsen,	Pfd. Kartoffeln,
	3400	2800	2200	38000
oder :	3036	2538	1980	9500

getrockneter Substanz. In diesen Mengen trockener Substanz sind aber enthalten :

	im Waizen	im Korn	in den Erbſen	Kartoffeln
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Stickſtoffhaltige Subſtanzen . . .	510	440	560	950
Stärkemehl	1590	1196	780	6840
Mineraliſche Stoffe	90	62	60	323

Der Vortheil der Stofferzeugniß liegt demnach bei der Kartoffel gänzlich auf Seite des Produzenten; der Nachtheil gänzlich auf Seite des Conſumenten, der zur Bewältigung eines in unzweckmäßiger Form und unzweckmäßiger Miſchung dargebotenen Nahrungsmittels die größte Summe von Verdauungskraft zur Erzielung des kleinſten Nutzeffektes verwenden muß. Es iſt demnach vollkommen wahr, wenn ein bedeutender Forſcher in dieſem Felde ſich dahin ausdrückt, daß mit der vorwiegenden Kartoffelnahrung die ärmere Klaſſe auf das letzte Hilfsmittel hingewieſen ſei, auf dem äußerſten Rande ſtehend keinen Boden mehr vor ſich hätte, und daß der arme Arbeiter und arme Bauer die entſetzliche Aufgabe löſen müſſe, mit einem Minimum von Nahrung von mangelhafter Beſchaffenheit das größte Maß von Arbeit zu leiſten.

In direktem Gegenſatze zur Kartoffel ſteht das Fleiſch, in welchem bei faſt eben ſo großem Waſſergehalte die ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen durchaus vorwiegen, und die ſtickſtoffloſen nur durch das anhängende Fett vertreten ſind. Dieſes letztere iſt ein durchaus nöthiger Zuſatz zu dem Fleiſche ſelbſt, und die Civiliſation ſucht denſelben in das richtige Verhältniß zu bringen, indem ſie die Thiere mäſtet, wodurch nicht die Maſſe des Muskelfleiſches, ſondern nur diejenige des Fettes im Organismus vermehrt wird. Außer dem Faſerſtoffe, dem Eiweiße und der leimgebenden Subſtanz, die in dem Fleiſche enthalten ſind, findet man in dem wäſſerigen Fleiſchauszuge noch eine Menge von Stoffen, welche zum Theil, wie es ſcheint, Zerſetzungsprodukte der Fleiſchfaſer ſelbſt ſind. Dieſe Stoffe ſind es, welche den einzelnen Fleiſchſorten ihren eigenthümlichen Geſchmack geben. Zerhackt man Fleiſch ganz fein und laugt es vollſtändig mit

Waſſer aus, ſo bleibt ein völlig weißer, geſchmackloſer Rückſtand, der bei jederlei Fleiſch dieſelben Eigenſchaften zeigt. Dieſer in Waſſer ungelöſte Rückſtand iſt aber größtentheils Faſerſtoff, der durch die Magenverdauung ebenfalls aufgelöſt wird. Die einfachſte Zubereitung des Fleiſches iſt demnach ſicherlich das Braten, welches ſo geleitet werden muß, daß raſch eine Hülle von geröſteten Stoffen um das Fleiſchſtück gebildet wird, wodurch das Verdampfen der Fleiſchflüſſigkeit verhütet und das Innere in einer Hitze, die höchſtens 80° erreichen darf, erhalten wird. Bei dem Kochen des Fleiſches werden hingegen die nährenden Beſtandtheile in zwei Theile geſchieden, in die Fleiſchbrühe, welche die im Waſſer löslichen Stoffe, und in das Fleiſch ſelbſt, welches hauptſächlich die unlöslichen Stoffe enthält. Je beſſer die Fleiſchbrühe, deſto ausgelaugter und geſchmackloſer iſt das Fleiſch und umgekehrt. Der Uebelſtand des vollſtändigen Auslaugens, der bei kleineren Stücken Statt findet, wird bei größeren dadurch verhütet, daß das Eiweiß der Fleiſchfaſer durch das Kochen gerinnt und ſo eine Hülle von geronnenem Eiweiß um das Kochſtück gebildet wird, welche das Eindringen des Waſſers in das Innere und das Auslaugen deſſelben verhindert. Darin liegt denn auch die Urſache, warum große Haushaltungen, in welchen gewaltige Stücke Fleiſch im Ganzen gekocht werden, zugleich gute Fleiſchbrühſuppe und gutes gekochtes Fleiſch liefern können, während die kleine Haushaltung entweder nur geſchmackloſes Fleiſch und gute Fleiſchbrühe, oder gutes Fleiſch und ſchlechte Fleiſchbrühe, nie aber Beides zugleich liefern kann.

Der ſtärkende, belebende Einfluß der Fleiſchbrühe liegt nicht ſowohl in ihrem Gehalte an ſtickſtoffreichen Subſtanzen, der verhältnißmäßig ſehr gering iſt, ſondern vielmehr in der Natur dieſer Beſtandtheile ſelbſt. Der Fleiſchextrakt enthält nämlich eine kryſtalliſirbare, neutrale, ſtickſtoffhaltige Subſtanz, das Kreatin (Fleiſchſtoff), welches am reichlichſten in mageren Thieren, die viele Bewegung haben, enthalten iſt, und zugleich bei Vögeln, namentlich bei den Hühnern, in größerer Menge vorkommt, als bei den Säugethieren. Durch eine eigenthümliche

Zerſetzung, die auch ſchon im lebenden Muskel Statt findet, erzeugt dieſer Fleiſchſtoff einen anderen ſtickſtoffhaltigen Körper, das Kreatinin (Fleiſchbaſis). Dieſes Kreatinin bildet wirklich mit Säuren Salze und iſt eine wahre organiſche Baſis, ein Alkaloïd, wie das Chinin, das wirkſame Prinzip der Chinarinde, oder das Morphin, das wirkſame Prinzip des Opiums. Alle dieſe Alkaloïde haben eine merkwürdige, tief eingreifende, wenn auch noch nicht näher analyſirte Wirkung auf den Organismus, die durchaus nicht im Verhältniß zu ihrem Stickſtoffgehalte ſteht. Wahrſcheinlich wirken ſie in ähnlicher Weiſe wie Gährungsſtoffe, Umſetzungen einleitend, wobei ſie ſelbſt in ihrer Miſchung nicht verändert werden, ſo daß ſie ſelbſt unzerſetzt durch den Körper durchgehen können, wenn ſie gleich in demſelben die bedeutendſten Spuren ihrer Wirkſamkeit zurücklaſſen. Man weiß, daß das Chinin, welches das Wechſelfieber heilt, größtentheils im Urin wiedergefunden wird. Ich habe Gelegenheit gehabt, die Wirkungen einer eigenthümlichen Kurmethode des Nervenfiebers zu verfolgen, nach welcher man im Zeitraume einer Stunde ſo große Gaben von Chinin giebt, daß die erſten Vergiftungserſcheinungen, worunter namentlich Taubheit, ſich einſtellen. Das Fieber wird durch dieſe Behandlungsweiſe gänzlich gebrochen, die bedeutendſte Modifikation in dem ganzen Krankheitsprozeſſe hergeſtellt, die Gefahr weggeräumt, und nichts deſto weniger findet man die gegebene Menge des Chinins unverändert in dem Urine wieder. Zu dieſer Klaſſe von Stoffen räthſelhafter, oft giftiger Wirkung gehört denn auch unſtreitig das Kreatinin, und ſeiner Gegenwart ſind gewiß die beſonderen Wirkungen der Fleiſchbrühe zuzuſchreiben.

Die Cultur hat in den Kreis der Lebensmittel von allgemeinem Bedürfniß zwei Subſtanzen gezogen, welche früher nur dem Luxus angehörten und die durch ihre Zuſammenſetzung der Fleiſchbrühe nahe treten. Ich meine den Kaffee und den Thee, erſterer mehr auf dem Feſtlande Europas, letzterer mehr in England und Amerika ein Volksbedürfniß erſten Ranges. In dem Zollvereine werden allein nahe an 700,000 Centner Kaffee

jährlich consumirt, eben so viel Thee in Europa und Amerika zusammen genommen, und je mehr mit zunehmender Verarmung die Kartoffelnahrung Boden gewinnt, desto hartnäckiger hängt das Volk an dem Kaffeegenusse, der als ein nothwendiges Surrogat seinen Platz einnimmt. Kaffee und Thee enthalten aber durchaus denselben chemischen Grundbestandtheil, das sogenannte Caffeïn oder Theeïn, das ebenfalls in die oben berührte Klasse der Alkaloïde gehört. Die Wirkung dieses Alkaloïds auf den Körper ist eine wesentlich erregende, auf die wir später bei der Analyse der Funktionen des Nervensystemes näher zurückkommen werden. Sie steht aber in keinem Verhältniß zu der Menge des Stoffes. Wenn man daher, nachdem einmal die Uebereinstimmung der Zusammensetzung im Thee und Kaffee erkannt und der reiche Gehalt des darin enthaltenen Alkaloïds an Stickstoff ermittelt war, behauptete, der Kaffee- und Theegenuß sei ein Ersatzmittel des mangelnden Fleisches, so ist dieses insofern unrichtig, als der Gehalt an fester Substanz im Kaffee und Thee viel zu gering ist, um einen unmittelbaren Ersatz für den Verbrauch der stickstoffhaltigen Substanzen des Körpers geben zu können. Die mächtig erregende Wirkung des Alkaloïds in dem Aufguße läßt vielmehr den Kaffee als Nahrungsmittel suchen, indem sie die Bewältigung der in so ungünstigen Verhältnissen dargebotenen Nahrung möglich macht.

Auf diese Weise treten Fleischbrühe, Kaffee und Thee näher an die vielfachen Getränke heran, die durch Gähren eine gewisse Quantität von Weingeist enthalten und die bei allen Völkern ohne Ausnahme im Gebrauche sind. Hier ist es auch die aufregende Beschaffenheit, welche vor der ernährenden in den Vordergrund tritt, und man kann wohl sagen, daß der stickstofflose Weingeist ebenso die Reihe der stickstofflosen Nährsubstanzen schließe, wie der stickstoffhaltige Kaffee diejenige der blutbildenden Nahrungsmittel.

Fünfter Brief.

Die Athmung.

Der Bruſtkaſten eines Skelettes (ſ. S. 118) ſtellt einen von vorn nach hinten zuſammengedrückten Kegel vor, deſſen Spitze nach dem Halſe, deſſen Grundfläche nach dem Bauche zugewandt iſt, und deſſen Wände von zwölf Paaren platter gebogener Knochenſtäbe, den Rippen, gebildet werden. Zwei feſte Linien bieten die Stützpunkte für dieſe beweglichen Knochen; auf der Rückenſeite die Wirbelſäule, an deren Körpern die Rippen eingelenkt ſind, vorn das Bruſtbein, ein platter langer Knochen, woran ſich die Rippen theils durch Gelenke, theils durch elaſtiſche Knorpelſtücke befeſtigen. Ein leichter Druck auf das Bruſtbein angebracht, preßt dieſes gegen den Rückgrat zu; die Rippen ſelbſt laſſen ſich leicht in die Höhe ziehen und niederdrücken. Schon dieſe Anordnung des ſtarren Gerüſtes der Bruſt geſtattet demnach eine Erweiterung und Verengung der Bruſthöhle. Die breite, dem Bauche zugewandte Fläche des Kegels iſt aber durch eine muskulöſe Querſcheidewand, das Zwerchfell, von der Bauchhöhle getrennt. Dieſe Querſcheidewand iſt nicht platt ausgeſpannt, ſondern ſie bildet eine gewölbte Fläche, deren convexe Seite der Bruſt, die concave dem Bauche zugewandt iſt. Die Zuſammenziehung des Zwerchfells muß, da es rings umher mit ſtarken Muskelfaſern an den Rippen und der Wirbelſäule befeſtigt iſt, eine Abplattung ſeiner Wölbung zur Folge haben, mithin den Raum der Bruſthöhle vergrößern, denjenigen der Bauchhöhle verkleinern.

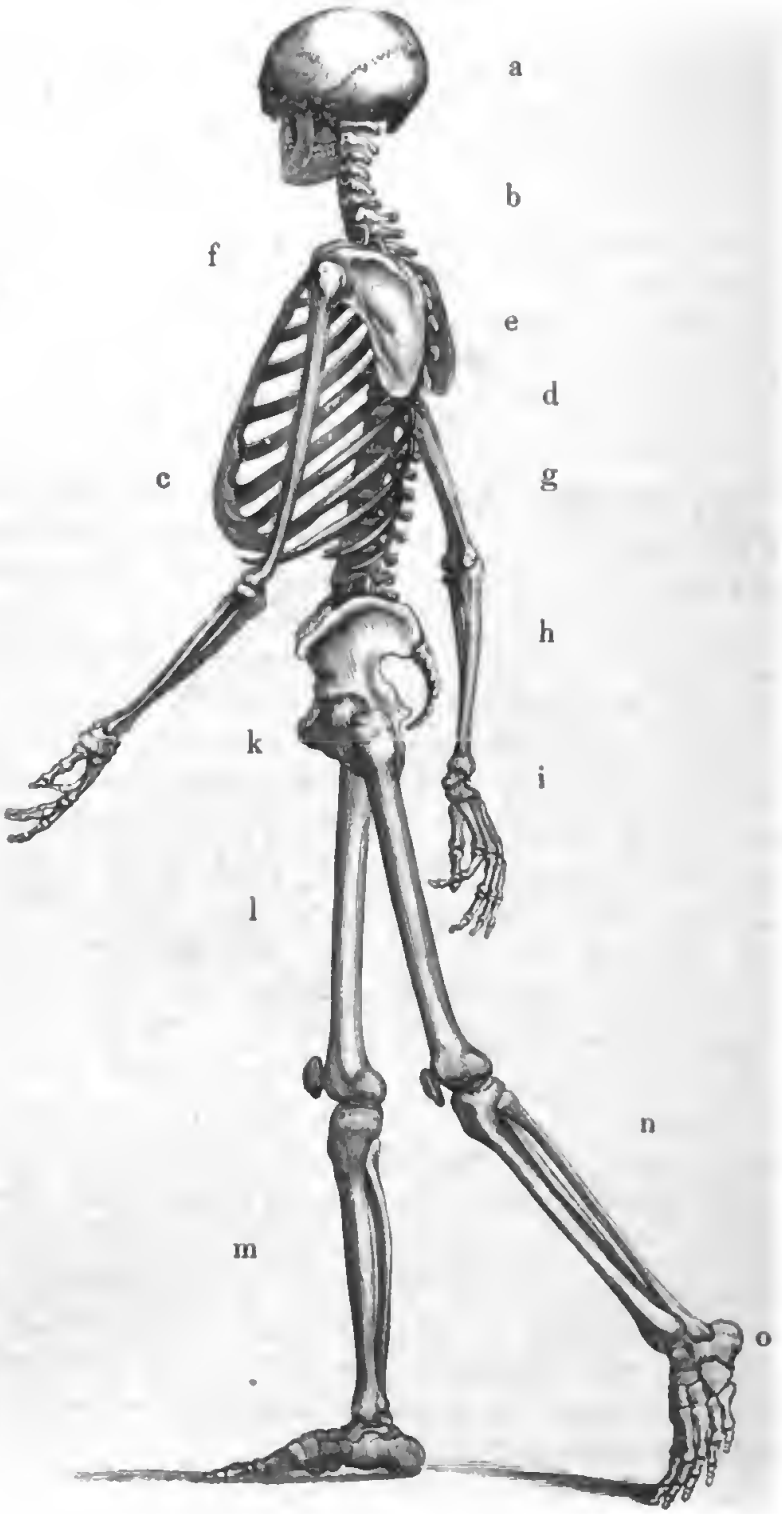

a
b
f
e
d
c
g
h
k
i
l
n
m
o

Fig. 11.

Das Skelett eines Erwachsenen in schreitender Stellung. a. Schadel. b. Halswirbelsäule. c. Bruſtkorb (Rippen und Bruſtbein). d. Rückenwirbelsäule. e. Schulterblatt. f. Schlüſſelbein g. Oberarm. h. Unterarm. i. Handwurzel. k. Becken. l. Oberſchenkel. m. Schienbein (tibia). n. Wadenbein (fibula). o. Ferſenbein (calcaneus).

Sowohl zwiſchen den einzelnen Rippen, als auch auf ihrer äußeren Fläche, ſind viele Muskeln angebracht, welche alle mehr oder minder die Rippen nach oben und außen ziehen, mithin ebenfalls den innern Raum vergrößern können, indem die horizontalen Dimenſionen durch ſolche Bewegung der Rippen zunehmen, die Abnahme in der Länge dagegen, welche durch dies Aufziehen der Rippen erfolgt, hinlänglich durch das Hinabſteigen des Zwerchfelles ausgeglichen wird.

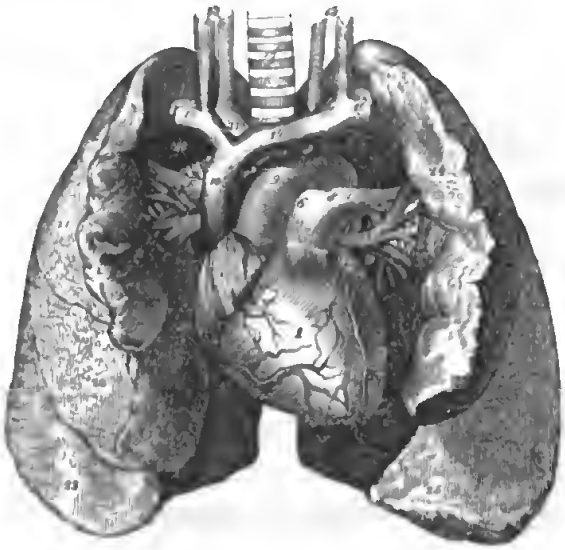


Fig. 12. Die Bruſteingeweide, in natürlicher Lage, von vorn geſehen. 1 Die rechte Herzkammer. 2. Die linke Herzkammer. 3. Rechter Vorhof. 4. Linker Vorhof. 5. Lungenſchlagader. 6. Aſt derſelben zur rechten Lunge. 7. Aſt zur linken Lunge. 8. Früherer Verbindungsaſt zur Aorta, nur bei der Frucht im Mutterleibe offen, nach der Geburt geſchloſſen (Ductus Botalli). 9. Bogen der Aorta. 10. Obere Hohlvene. 11 Gemeinſchaftlicher Stamm der rechten Hals- und Schlüſſelbeinſchlagader. 12. Rechte Schlüſſelbeinvene. 13. Rechte Halsſchlagader. 14. Linke vereinigte Schlüſſelbein-Halsvene. 15. Linke Halsadern. 16. Linke Schlüſſelbeinadern. 17. Luftröhre. 18. Bronchus der rechten Lunge. 19. Linker Luftröhrenaſt. 20. Lungenvenen 21. Oberer Lappen, 22. mittlerer, 23. unterer Lappen der rechten Lunge. 24. Oberer, 25. unterer Lappen der linken Lunge.

In dieſem feſten Korbe nun ſind die Lungen, das Hauptorgan der Athmung, mit dem Herzen aufgehangen. Die Innenſeite des Rippenkorbes iſt mit einer feſten, undurchdringlichen Haut, dem Rippenfelle oder der Pleura ausgekleidet, ſo daß der Rippenkorb einen hermetiſchen Verſchluß darbietet. Die Lungen ſelbſt aber ſind, im Großen betrachtet, elaſtiſche Säcke, welche durch eine ſteife Röhre, die Luftröhre, mit der atmoſphäriſchen Luft in Verbindung ſtehen. Sie können ſich nicht ſelbſtſtändig ausdehnen oder zuſammenziehen; aber durch ihre Elaſtizität und durch ihre ſtete Füllung mit Luft füllen ſie den Rippenkorb ſtets vollſtändig aus; erweitert ſich dieſer, ſo dehnen ſich die Lungen mit aus und die äußere Luft ſtrömt durch die Luftröhre in die Lungenſäcke ein — wir athmen ein; zieht ſich der Bruſtkorb zuſammen, ſo werden die Lungenſäcke zuſammengedrückt und ein Theil der Luft aus ihnen durch die Luftröhre ausgepreßt — wir athmen aus.

Nicht alſo durch ſelbſtſtändige Zuſammenziehung und Ausdehnung der Lungen, ſondern vielmehr durch das wechſelnde Spiel der an dem Bruſtkorbe befeſtigten Muskeln werden die Athembewegungen hervorgebracht, und die Bedingung ihrer Fortdauer ruht einzig und allein in dem vollkommenen luftdichten Verſchluſſe des Bruſtkaſtens und in dem dadurch entſtehenden luftleeren Raume zwiſchen Bruſtkorb und Lunge. Dieſer Verſchluß iſt durch das Bruſtfell bedingt, welches jederſeits einen vollkommen geſchloſſenen Sack darſtellt, in dem die Lunge ſteckt, etwa wie der Kopf in einer baumwollenen Nachtmütze, um mich eines trivialen, aber durchaus wahren Vergleiches zu bedienen. Die eingeſtülpte Hälfte des Sackes umgiebt die Lunge, iſt mit ihr verwachſen; die äußere Hälfte iſt an der Bruſtwand angewachſen; ſobald dieſe ſich ausdehnt und von der Lunge entfernen will, ſo entſteht in dem Bruſtfellſacke ein luftleerer Raum, und die äußere Luft ſtürzt in die Lungen, um dieſen Raum zu erfüllen, etwa wie bei Oeffnung eines Blaſebalges die Luft durch die Klappe nachſtürzt.

Bei ruhigem Athmen in aufrechter oder ſitzender Stellung

ſind es hauptſächlich die abwechſelnden Zuſammenziehungen des Zwerchfelles, welche das Ein- und Ausſtrömen der Luft in die Lunge bedingen; — kaum daß der Rippenkorb ſich etwas Weniges in ſeinen Querdurchmeſſern erweitert. In horizontaler Lage dagegen, ſowie bei heftigeren Athembewegungen, ſpielen auch die Rippen und die Bauchdecken eine bedeutendere Rolle, ſo daß das Volumen der Bruſt um eine ziemlich beträchtliche Größe verändert werden kann. Unterſucht man die Verhältniſſe bei verſchiedenen Athemzuſtänden, ſo kann man etwa vier Zuſtände unterſcheiden. Am tiefſten deprimirt erſcheint die Bruſtfläche bei möglichſt tiefer Ausathmung. Die Lungen ſind dann aber ſtets noch von einer gewiſſen Quantität Luft erfüllt, die niemals ausgetrieben werden kann und die man die Reſidualluft nennt. Bei gewöhnlicher Ausathmung bleiben die Lungen ſtärker ausgedehnt, der Rippenkorb erſcheint etwas gewölbter und wölbt ſich noch mehr bei der gewöhnlichen Einathmung. Der Unterſchied des Volumens bei der gewöhnlichen Ein- und Ausathmung mag etwa eben ſo groß ſein, als der zwiſchen gewöhnlicher und möglichſt kräftiger Ausathmung. Am gewölbteſten endlich erſcheint die Bruſt bei möglichſt tiefem Einathmen. Bei den Männern ſind es namentlich die mittleren und unteren Rippen, welche beim Athmen ſpielen, während die oberen Rippen mehr unbeweglich bleiben, bei den Frauen im Gegentheile ſind es die oberen Rippen, welche ſich vorzugsweiſe bewegen, während die unteren nur in Ausnahmefällen ſpielen. Vielleicht dürfte ſich aus dieſem Umſtande die Vorliebe des weiblichen Geſchlechtes für Corſette und Schnürleiber erklären laſſen. Indeſſen liegt es in unſerer Macht, gewiſſe Gruppen der Athmungswerkzeuge vorzugsweiſe ſpielen zu laſſen, je nachdem wir durch das Spiel der anderen Gruppen Unannehmlichkeiten empfinden. So ſieht man Kranke, die an Bruſtfellentzündung leiden, wo jede Bewegung des Bruſtkorbes durch die Reibung der entzündeten Flächen des Bruſtfelles gegeneinander empfindlich ſchmerzt, die Rippen ſo viel als möglich fixiren und nur mit dem Zwerchfelle und den Bauchdecken athmen, während Schwangere im Gegentheile faſt nur mit den Rippen

athmen, da das Volumen der Bauchhöhle weniger verändert werden kann. Die Wirkung der einzelnen Muskeln hier zu analyſiren, würde zu weit von unſerm Ziele abführen; — es genügt, darauf aufmerkſam zu machen, daß ſie alle zwar vom Willen abhängig ſind, aber dennoch nur bis auf einen gewiſſen Grad, und daß wir ihre Wirkung zwar willkürlich beſchleunigen oder verzögern, uns aber dennoch derſelben nicht gänzlich enthalten können. Die Athembewegungen gehören, nebſt vielen andern Muskelaktionen, zu jener Klaſſe von Bewegungen, welche einem tieferen Geſetze gehorchen, als der bloßen Willkür; ihre Urſachen und Gründe werden wir in einem ſpäteren Briefe beſprechen.

In gewöhnlichem normalem Zuſtande athmen wir durchaus bewußtlos; wachend und ſchlafend fahren die Athemmuskeln in ihrem regelmäßigen Spiel fort, und eine beſtimmte Anzahl von Inſpirationen wird in dieſem normalen Zuſtande beobachtet. Die größere oder geringere Zahl der Athemzüge hängt eines Theils von dem Alter, anderntheils aber auch von der Körpermaſſe des Individuums ab, ſie ſteht in beſtimmter Beziehung zu dem Herzſchlage, der ganz in demſelben Verhältniſſe zur Körpermaſſe ſich befindet. Im Mittel thut ein neugeborenes Kind 45—50 Athemzüge in der Minute, ein fünfjähriges 26; die Zahl nimmt allmählig ab bis in das kräftige Mannesalter von 30—40 Jahren, wo ſie zwiſchen 16 und 18 Athemzügen in der Minute ſchwankt, um dann im höheren Alter wieder um ein Geringes zuzunehmen. Im Kindesalter gehen 3 bis 3½, im Mannesalter 4 bis 4½ Herzſchläge auf einen normalen Athemzug.

Es war ein Ergebniß der einfachſten Erfahrung, daß das Athmen des Menſchen und der Thiere die umgebende Luft verändere und allmählig zu weiterem Athmen untauglich mache. Ehe aber die Chemie ſo weit gekommen war, die Luftarten mit eben ſo viel Schärfe und Genauigkeit analyſiren zu können, als die verſchiedenen feſten und flüſſigen Subſtanzen, ehe ſie ſo weit gekommen war, konnte man natürlich nicht erwarten, daß eine genügende Erklärung dieſer Thatſache und eine vernünftige Anſicht über den Athemprozeß überhaupt aufgeſtellt würde. Man

kannte die Thatsache, man wußte, daß in engverschlossenen Räumen Menschen und Thiere bald Athembeschwerden bekamen, die Haut blauroth wurde, die tiefsten Athemzüge kein Genügen fanden, und daß bei Fortsetzung der Einsperrung dieselben convulsivisch wurden, das Bewußtsein schwand, und endlich nach den heftigsten Convulsionen und Verdrehungen das Leben allmählich erlosch; man wußte, daß diese Erscheinungen ganz in derselben Weise bei dem Tode durch Erdrosseln oder Ertrinken eintreten; allein den tieferen Grund derselben konnte man nicht erkennen, da die Zusammensetzung der eingeathmeten und ausgeathmeten Luft und somit die Veränderung der Luft durch das Athmen nicht gekannt war. Erst mit Lavoisier, dem Vater der heutigen Chemie, brach auch für den Athemprozeß das Licht an, und seine Arbeit über denselben wird stets als eine der herrlichsten in der Geschichte der Chemie dastehen.

Jedermann weiß, daß bei kalter Luft unser Hauch einen Nebel bildet, der sich an kalte Körper in Gestalt kleiner Tropfen niederschlägt. In unbewohnten Zimmern laufen die Fenster im Winter nicht an, sie gefrieren nicht; sobald aber das Zimmer bewohnt ist, so schlägt sich auch an den von außen erkälteten Scheiben die Feuchtigkeit nieder. Die ausgeathmete Luft enthält demnach eine bedeutende Quantität Wasser in Dampfgestalt, welches durch die Kälte zu Tropfen verdichtet wird, und zwar ist sie, wie die neueren Untersuchungen ergaben, vollständig mit Wasserdampf gesättigt. Die absolute Menge von Wasserdampf, welche ein Gasgemenge aufnehmen kann, richtet sich aber nach der Temperatur desselben; je höher diese ist, desto mehr Wasserdampf bedarf es bis zur vollständigen Sättigung. Die ausgeathmete Luft hat in gewöhnlicher Temperatur nahezu die Wärme des Blutes, während bei bedeutender Kälte ihre Wärme bis auf dreißig und weniger Grad fallen kann. Die innere Erkältung würde noch schneller herbeigeführt werden, wenn nicht in der Lunge selbst eine bedeutende Quantität von Luft, die oben genannte Residualluft, bliebe, welche in beständiger Berührung mit den Wänden der Luftzellen und dem Blute die Temperatur des-

ſelben annimmt und nur langſam in ihrer ganzen Maſſe ſich erkältet. Die Menge von Waſſerdampf, welche wir ausathmen, richtet ſich demnach hauptſächlich nach der Temperatur, welche die Luft im Innern der Lunge erhält, und je trockener und kälter die eingeathmete Luft iſt, deſto mehr Waſſer muß in unſern Körper aufgenommen und in den Lungen ausgeſchieden werden, um die Ausathmungsluft auf ihren beſtimmten Sättigungsgrad bringen zu können. Nur wenn wir eine Luft einathmeten, die 36—38 Grad Wärme hätte und vollkommen mit Waſſerdampf geſättigt wäre, nur dann würde der Athemprozeß keinen Verluſt an flüſſigem Waſſer herbeiführen; unter gewöhnlichen Umſtänden aber muß Waſſer aus dem Blute in den Lungen abgeſchieden werden, und dieſer Verluſt, den wir erleiden, wird natürlich um ſo größer ſein, je tiefer und häufiger unſere Athemzüge ſind. Der Durſt, den wir bei heftigen Muskelanſtrengungen, bei Märſchen in drückender Sonnenhitze empfinden, findet in dieſen Verhältniſſen ſeine Erklärung; wir athmen weit häufiger bei ſolchen Anſtrengungen, es wird eine größere Menge Waſſerdampf in den Lungen abgeſchieden und durch den Durſt drückt der Körper ſein Bedürfniß nach Erſatz dieſes Waſſers aus.

Der innere Bau der Lunge iſt vortrefflich zur Realiſirung der eben angeführten phyſikaliſchen Erſcheinungen geeignet. Die Luftröhre theilt ſich in einen Aſt für jeden Lungenflügel, und jeder dieſer Aeſte in eine Anzahl von Zweigen und Reiſerchen, die endlich in zahlloſe kleine Bläschen oder Blindſäckchen ſich auflöſen, deren häutige Umgebung ungemein zart iſt. Alle dieſe Bläschen und Zellchen ſind beſtändig mit Luft erfüllt; eine geſunde Lunge ſchwimmt deßhalb auf dem Waſſer, während die eines Kindes, das noch nicht geathmet hat, darin unterſinkt. In den dünnen häutigen Wänden der Lungenzellchen vertheilen ſich die Capillarien der Lungengefäße, und ihre Maſchen ſind ſo dicht gedrängt, die Zwiſchenräume zwiſchen denſelben ſo gering, daß die Lungenſubſtanz faſt nur Inſelchen zwiſchen den Gefäßſtrömchen bildet. Die außerordentliche Dünne und Zartheit der Wandungen der Lungencapillarien ſowohl als auch der Lungen-

zellchen begünſtigt den Austauſch von gasförmigen und flüſſigen Subſtanzen im höchſten Grade. Das in den Lungen circulirende Blut iſt allſeitig von Luft, die in den Lungenzellen enthaltene Luft allſeitig von ſtrömendem Blute umgeben. So erklärt es ſich denn leicht, wie die eingeathmete Luft, ſo kalt ſie auch ſein mag, augenblicklich die Temperatur des ſie umgebenden Blutes annimmt, ſo wie ſie auch ſogleich in der Berührung mit der Blutflüſſigkeit ſich mit Waſſerdampf ſättigt.

Es iſt eine durch Experimente nachgewieſene Thatſache, daß die Menge der ausgeathmeten Luft durchaus derjenigen der eingeathmeten Luft gleich iſt, daß mithin das Volumen der Luft durch den Athemprozeß keine Veränderung erfährt. Die Veränderung, welche die eingeathmete Luft erleidet, kann demnach nur eine chemiſche ſein, und es iſt leicht, ſich zu überzeugen, daß ſie wirklich eine ſolche iſt. Ein Theil des in der atmoſphäriſchen Luft enthaltenen Sauerſtoffes iſt nämlich in der Ausathmungsluft durch Kohlenſäure erſetzt worden.

Die atmoſphäriſche Luft iſt weſentlich ein Gemenge zweier Gasarten : Sauerſtoff und Stickſtoff, zu welchen ſich veränderliche Quantitäten von Kohlenſäure und Waſſerdampf geſellen; erſtere beträgt aber im Durchſchnitte nur 0,04 Prozente dem Volumen nach, ſo daß man alſo für gewöhnlich dieſe geringen Kohlenſäuremengen gänzlich außer Acht laſſen kann. Das Verhältniß des Sauerſtoffes zu dem Stickſtoffe iſt überall, auf Höhen und in Tiefen, in geſchloſſenen Räumen wie in freier Luft, daſſelbe; nur nach lange anhaltendem Regen und auf dem offenen Meere findet man der ſtärkeren Aufſaugung des Sauerſtoffes durch das Waſſer wegen einen etwas geringeren Sauerſtoffgehalt. Den neueſten Unterſuchungen zu Folge enthält die Luft im Durchſchnitte dem Volumen nach 20,95 Prozent Sauerſtoff und 79,05 Prozent Stickſtoff, oder, da der Sauerſtoff ſchwerer iſt als der Stickſtoff, 23,19 Prozent Sauerſtoff und 76,81 Prozent Stickſtoff. Anders dagegen verhält ſich die Ausathmungsluft. Der Stickſtoff wird um ein Geringes vermehrt, doch beträgt die Menge des durch die Athmung ausgeſtoßenen

Stickstoffes meist weniger als $^1/_{100}$ des verzehrten Sauerstoffes und erreicht niemals die Menge von $^1/_{50}$; man kann also, ohne bedeutende Fehler zu begehen, die Veränderung, welche der Stickstoff seiner Menge nach erleidet, völlig außer Acht lassen. Nicht so verhält es sich mit dem Sauerstoffe; ein Theil desselben ist verschwunden und in der Ausathmungsluft durch ein entsprechendes Volumen Kohlensäure ersetzt. Im Mittel enthält die ausgeathmete Luft im Mannesalter 4,380 Prozent Kohlensäure dem Volumen nach, oder, da die Kohlensäure bedeutend schwerer ist als der Sauerstoff, 6,546 Prozente dem Gewichte nach.

Nichts ist leichter, als sich von dem Gehalte der ausgeathmeten Luft an Kohlensäure zu überzeugen. Man braucht nur durch ein Röhrchen in Kalkwasser zu blasen, um sogleich eine Trübung entstehen zu sehen, die sich bald vermehrt und endlich einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk bildet, der mit Säuren übergossen sich mit heftigem Brausen auflöst. Es war von äußerster Wichtigkeit für die ganze Physiologie und namentlich für die Ernährung, zu bestimmen, wie groß die Quantität der von dem Menschen binnen einer gewissen Zeit ausgehauchten Kohlensäure sei, da man hierdurch bei der bekannten Zusammensetzung dieses Gases auch zugleich berechnen konnte, wie groß der Verlust an Kohlenstoff sei, den der Körper durch die Respiration erleide. Die Lösung dieser Aufgabe hat ihre eigenen Schwierigkeiten. Keine Thätigkeit des Körpers ist größeren Schwankungen unterworfen, als gerade die Respiration; die geringste Anstrengung, das kleinste Hinderniß, jede Gemüthsbewegung wirkt bald beschleunigend, bald verlangsamend auf sie zurück, und gerade wenn wir uns zwingen wollen, so regelmäßig als möglich zu athmen, so wird schon durch die geistige Spannung eine gewisse Unregelmäßigkeit bedingt. Die Versuche der neueren Zeit erst, in welchen man allen Verhältnissen so viel Rechnung als möglich getragen hat, und wo durch die zur größten Genauigkeit gesteigerten Mittel der Analyse auch genaue Resultate erlangt wurden, verdienen Zutrauen. Da die Zahl und Tiefe der Athemzüge und somit das Volum der bei jedem Athemzuge und die

Menge der während einer bestimmten Zeit eingeathmeten Luft den bedeutendsten Schwankungen je nach Alter, Geschlecht und Körperconstitution unterworfen sind, so mußten die mannichfachsten Versuche angestellt werden, um zu genügenden Mittelzahlen zu gelangen. Es ist hier nicht der Ort, die Methoden auseinander zu setzen, deren man sich bediente; sie gehen wesentlich nach zwei Richtungen auseinander. Bei der einen Art zu verfahren läßt man ein Individuum ohne Verlust in einen Apparat hineinathmen, in welchem man die Kohlensäure und das Wasser auffängt. Man erhält bei diesem Verfahren die Athemprodukte zwar allein, aber das Resultat wird durch die oben erwähnten Einflüsse häufig getrübt und deßhalb meist eine zu große Menge von Kohlensäure erhalten. Nach der andern Methode läßt man das Individuum in einem geschlossenen Raume athmen, durch welchen man einen langsamen Luftstrom leiten kann, dessen Geschwindigkeit und Stärke man je nach Bedürfniß regulirt. Mit diesem Luftstrome leitet man die Athemprodukte, Kohlensäure und Wasser, in besondere Absorptionsapparate, worin sie dem Gewichte oder dem Volumen nach bestimmt werden können. Man erhält auf diese Weise die Produkte der Athmung und der Hautausdünstung gemeinschaftlich, und wenn man einmal bestimmt hat, in welchem Verhältnisse beide zu einander stehen, so ist es auch leicht, bei den gefundenen Mengen die Scheidung vorzunehmen. Ein langsamer Luftstrom ist deßhalb durchaus nöthig, weil beim Athmen in geschlossenem Raume das Individuum bald Athembeschwerden haben würde, welche auf die Regelmäßigkeit der Athmung selbst den verderblichsten Einfluß äußern müßten. Es versteht sich von selbst, daß die Absorptionsapparate für die Kohlensäure und das Wasser so eingerichtet sein müssen, daß auch nicht die geringste Spur davon verloren gehen kann, und daß die Luft, in welcher geathmet werden soll, durchaus von aller Kohlensäure, die sie zuweilen enthält, befreit sein muß. Folgende Tabelle giebt die Mittelzahlen der in einer Stunde ausgeathmeten Kohlensäure und des darin enthaltenen Kohlenstoffes in Grammen (500 Gramme = 1 Pfund):

Alter der Männer in Jahren.	Kohlensäure. Mittel.	Verbrannter Kohlenstoff. Mittel.	Menge des verbrannt. Kohlenstoffs in 24 Stunden.
8	18,333	5,0	120,0
10	24,934	6,8	163,2
11 bis 15	29,480	8,04	192,96
16½ „ 20	39,527	10,78	258,72
24 „ 28	44,550	12,15	291,60
31 „ 40	40,333	11,00	264,00
41 „ 50	34,676	9,457	226,968
51 „ 60	31,442	8,575	205,800
63 „ 68	37,521	10,233	245,592
76	22,000	6,00	144,00
92	32,267	8,8	211,2
102	21,634	5,9	141,6

Man kann, sobald das Körpergewicht bekannt ist, aus solchen Untersuchungen eine Mittelzahl berechnen, die man auf einen Kilogramm Körpergewicht bezieht, um einen Maßstab der Vergleichung mit anderen Geschöpfen zu haben. So lieferte ein 33 Jahre alter Mann von 54 Kilogramm Körpergewicht im Durchschnitte 39,146 Gramm Kohlensäure in der Stunde. Es fand mithin eine Absonderung von 0,725 Gramm Kohlensäure für je ein Kilogramm Körpergewicht in der Stunde statt. Dies würde 17,400 Gramm in 24 Stunden machen; eine Zahl, die offenbar viel zu hoch ist. In der That sind die angegebenen Resultate mittelst Athmens in einer Maske durch einen Röhrenapparat hindurch gewonnen, wo durch die Behemmung der Athmungsbewegung angestrengtes Athmen und dadurch eine Vermehrung der abgeschiedenen Kohlensäure hervorgebracht werden mußte. Ebenso wird durch die Multiplikation auf 24 Stunden die Menge der Kohlensäure deßhalb vermehrt, weil die Athemzüge im Schlafe seltener sind als im Wachen und deßhalb in der Nacht eine geringere Produktion von Kohlensäure stattfindet, als am Tage. Nichtsdestoweniger läßt die oben angeführte Tabelle eine Vergleichung zu, da diese Fehler sich bei allen Posten gleichmäßig wiederholen. Man findet sonach, daß die absolute Menge der ausgeathmeten Kohlensäure von der Jugend an bis in das Mannesalter zunimmt, bei kräftigen Männern am stärksten ist

und im Greisenalter wieder abnimmt, daß Muskelbewegung und gute Verdauung die Kohlensäureabgabe merklich erhöht, daß Frauen im Allgemeinen weniger Kohlensäure liefern, als der Mann. Berechnet man aber das Verhältniß der ausgeschiedenen Kohlensäuremenge auf je ein Kilogramm Körpergewicht, so ergiebt sich, daß diese verhältnißmäßige Quantität im Kindesalter am stärksten ist und von da an allmählich abnimmt.

Neuere ausgezeichnete Untersuchungen wurden mit einem komplizirten Apparate angestellt, in dem man freilich nur kleinere Hunde und ähnliche Thiere haben konnte, der aber so eingerichtet war, daß die Thiere Tage lang darin verweilen und sämmtliche Produkte auf das Genaueste bestimmt werden konnten. Die aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff- und Stickstoffmengen, die ausgeschiedenen Kohlensäure-, Wasser- und Stickstoffmengen konnten auf das Genaueste bestimmt, und die Thiere oft drei bis vier Tage in dem Apparate gehalten werden, so daß man bedeutende Mengen der ausgeschiedenen Stoffe erhalten und die Fehler auf ein Minimum herabdrücken konnte. Hierbei fand man denn, daß Säugethiere und Vögel um so mehr Kohlensäure abscheiden, je geringer ihr Umfang ist, und daß das Verhältniß der Kohlensäure hauptsächlich von der eingenommenen Nahrung abhängt. Versuche in einem ähnlichen Apparate an Menschen angestellt ergaben für die durchschnittliche Menge der Kohlensäure für ein Kilogramm Körpergewicht von 0,447 bis 0,592, also Zahlen, die bedeutend unter den durch isolirtes Athmen erhaltenen zurückstehen. Man sieht, daß hier noch weite Schwankungen in den Beobachtungen liegen. Man kann indessen annehmen, daß ein erwachsener Mann im Durchschnitte in 24 Stunden ein Kilogramm Kohlensäure aushaucht, was einer Menge von 273 Grammen oder einem halben Pfunde Kohlenstoff für den Tag entsprechen würde.

Der Gehalt der Ausathmungsluft an Kohlensäure war schon, wenigstens annähernd, von Lavoisier bestimmt worden; es entstand nun die Frage: wo entsteht diese Kohlensäure? Wird sie in den Lungen durch den Respirationsprozeß gebildet, oder

ist sie schon im venösen Blute vorhanden, und wird sie in den Lungen nur abgeschieden und Sauerstoff dafür eingenommen? Man entschied sich unbedingt für die erstere Ansicht, um so mehr, als das Volumen des verschwundenen Sauerstoffes dem Volumen der ausgehauchten Kohlensäure gleich war und man wußte, daß der Kohlenstoff bei seinem Verbrennen das Volum des Sauerstoffes nicht ändere. Eine Kubikflasche reinen Sauerstoffes kann durch Verbrennen von Kohlenstoff in Kohlensäure verwandelt werden, ohne daß sie dabei ihr Volumen ändert; die neu entstandene Gasart ist nur durch Kohlenstoff schwerer geworden. Da dies Verhältniß so genau in dem Respirationsprozesse sich wiederfand, so zögerte man nicht, denselben einer Verbrennung gleich zu setzen, und man behauptete ganz folgerecht, daß der Sauerstoff der Luft in den Lungen an das Blut trete, einen Theil des im Blute enthaltenen Kohlenstoffes verbrenne und sich so in Kohlensäure verwandele, die durch die Ausathmung abgeschieden werde. Man fand zugleich in dieser Ansicht eine natürliche Erklärung der thierischen Wärme. Der Kohlenstoff entwickelt beim Verbrennen Wärme; der Verbrennungsprozeß in den Lungen mußte ebenfalls Wärme entwickeln, und da das Athmen eine beständig fortdauernde Funktion ist, so mußte diese Wärmequelle eine anhaltende, constante sein. Zudem gelang es nicht, Gasarten aus dem arteriellen oder venösen Blute abzuscheiden, alle Versuche dieser Art scheiterten, und man fand in dem Verhältniß zwischen Athmung und Wärmeentwicklung so viel Nutzen für die herrschende Ansicht, daß man kaum daran dachte, eine andere Erklärung zu suchen.

Indeß wurde doch später durch einen einfachen Versuch nachgewiesen, daß ein solcher einfacher Verbrennungsprozeß nicht einzig in den Lungen stattfinden könne. Wenn man nämlich ein Thier, einen Frosch, einen Vogel, ein Kaninchen unter eine völlig gesperrte Glasglocke bringt, die mit einem Gase erfüllt ist, das zwar an sich keine giftige Wirkung auf den Organismus hat, aber doch nicht den Athemprozeß unterhalten kann, wie z. B. Wasserstoffgas oder Stickstoffgas, so fährt das Thier noch eine

Weile fort zu athmen, erſtickt aber bald. Unterſucht man nun die in der Glasglocke enthaltene Luft, ſo findet man, daß ſie eine gewiſſe Quantität Kohlenſäure enthält. Das Thier hat alſo, trotz dem, daß Waſſerſtoff oder Stickſtoff keine Kohlenſäure bilden können, dennoch dieſe Gasart ausgeathmet; es kann ſomit die Kohlenſäure nicht unmittelbar in den Lungen aus dem Kohlenſtoff des Blutes durch Verbrennung gebildet werden, ſie muß ſchon vorausgebildet in dem Blute enthalten ſein. Man fand außerdem durch Verſuche, daß das Blut der Lungen nicht bedeutend wärmer ſei, als das anderer Körpertheile, während doch nothwendig, im Falle wirklich die Lungen der thieriſche Ofen wären, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, hier auch die Wärme größer als in den Leitungsröhren ſein müßte.

Man hat durch direkte Verſuche ermittelt, daß man wirklich aus dem Blute theils unmittelbar durch die Luftpumpe, theils durch Schütteln mit andern indifferenten Gasarten, wie z. B. Waſſerſtoff, Luft entwickeln könne. Wir haben oben geſehen, daß der Gasgehalt in dem Blute ziemlich bedeutend, und daß in dem hellrothen arteriellen Blute verhältnißmäßig weit mehr Sauerſtoff enthalten ſei, als in dem dunkeln venöſen. Berückſichtigt man einzig dieſe Thatſache, ſo kann die Rolle, welche die Lunge in dem Reſpirationsprozeſſe ſpielt, nicht mehr zweifelhaft ſein. Sie iſt dann offenbar nur die Filtrirmaſchine, durch welche die Kohlenſäure des venöſen Blutes gegen den Sauerſtoff der Luft ausgetauſcht wurde, und die Verbrennung des Kohlenſtoffs wird demnach nicht in den Lungen vor ſich gehen, ſondern vielmehr überall in allen Gebilden des Körpers, wo Stoffwechſel durch Blutcirculation unterhalten wird. In dem Ernährungsprozeſſe der Gebilde müſſen die chemiſchen Veränderungen vor ſich gehen, welche die Bildung der Kohlenſäure bedingen, und durch die im arteriellen Blute gegebene ſtete Zufuhr von Sauerſtoff werden die chemiſchen Veränderungen bedingt, wird das zu den Umwandlungen nöthige Element geliefert.

Mit dieſer Anſicht des Athemprozeſſes ſtehen auch manche ſekundären Erſcheinungen der Wärmeerzeugung vollkommen im

Einklang. Es ist eine Thatsache, daß Muskelbewegungen stärkere und häufigere Athemzüge und lebhaftere Körperwärme bedingen; allein beobachtet man genauer, so ergiebt sich, daß diese lebhaftere Wärme erst einige Zeit nach der Beschleunigung der Athmung eintritt und daß sie auch partiell mehr das bewegte Glied betrifft, als den ganzen Körper. Die Beschleunigung der Athmung bringt aber natürlich schnelleren Herzschlag, schnelleren Blutlauf, somit lebhaftere Sauerstoffzufuhr und lebhafteren Umsatz der Gebilde. Die partielle Wärmeerhöhung rührt daher, daß Bewegung stets auch den chemischen Umsatz befördert, beschleunigt und somit durch die Bewegung des Beines z. B. in diesem der Umsatz der Gebilde, die Ernährung und somit die Wärmeerzeugung verstärkt wird.

Indeß kennen wir auch Thatsachen, welche beweisen, daß diese Abfiltrirung des in dem Blute enthaltenen Gases nicht die einzige Thätigkeit der Lunge ausmache, sondern daß wirklich auch in diesem Organe ein Stoffwechsel vorkommen müsse. Unmittelbar nach einer Mahlzeit wird die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure bedeutend gesteigert. Wie wir wissen, enthält das aus der Leber kommende Blut der Lebervenen eine bedeutende Menge Zucker, die in der Lunge gänzlich zu Grunde geht, also offenbar höher oxydirt, verbraunt wird. So sehen wir denn auch hier den Athmungsprozeß nicht auf so einfache Verhältnisse zurückgeführt, wie man dies vermuthen könnte, sondern aus mehreren Faktoren zusammengesetzt, von denen indeß der zuletzt erwähnte, der Verbrennungsprozeß in den Lungen, verhältnißmäßig bedeutend kleiner ist als der andere, so daß man nicht im Unrecht ist, wenn man behauptet, daß die in den Lungen ausgeschiedene Kohlensäure in direktem Verhältnisse zu der in dem Blute enthaltenen Kohlensäuremenge stehe. Daß diese letztere vielfach, je nach der Ernährung der einzelnen Gebilde, dem Stoffumsatze der verschiedenen Organe, wechseln müsse, läßt sich von vorneherein annehmen und wird auch dadurch bewiesen, daß man bei sonst ganz gleichen Verhältnissen oft sehr bedeutende Schwankungen in dem Gehalte der ausgeathmeten Luft wahrnimmt,

die gewiß in dem veränderten Gasgehalte des Blutes beruhen.

Kehren wir indeß nach dieser Abschweifung, auf deren nähere Verhältnisse wir bei der Ernährung und der Erzeugung der thierischen Wärme eingehen werden, noch einmal zu dem Athemprozesse und der Rolle, welche die einzelnen dabei betheiligten Organe spielen, zurück. Die Thatsache, daß in dem Akte der Athmung Kohlensäure aus dem dunkeln Blute abgeschieden und dafür Sauerstoff aus der Luft aufgenommen werde, ist ein für allemal festgestellt. Allein es handelt sich darum, zu bestimmen, welchen Antheil bei diesem Prozesse die verschiedenen Bestandtheile des Blutes haben; ob überhaupt die aufzunehmenden und ausgeworfenen Gasarten einen bestimmten Bezug zu der einen oder andern, morphologischen oder chemischen Substanz des Blutes haben, und in wie fern dies ewige Wechselspiel zwischen Kohlensäure und Sauerstoff, welches in den Lungen und Körpercapillaren statt hat, erklärt werden könne?

Wir haben in einem vorhergehenden Briefe die morphologische Zusammensetzung des Blutes kennen gelernt und gefunden, daß im lebenden Körper zwei Bestandtheile unterschieden werden können: festere münzenartige Plättchen, die Blutkörperchen, und eine klebrige Flüssigkeit, worin sie schwimmen, das Plasma. Die Blutkörperchen sind die Träger des Farbstoffes; das Plasma für sich allein, von den Körperchen getrennt, ist farblos; es erhält eine gelbliche Färbung nur durch Auflösung des in den Blutkörperchen befindlichen Blutrothes, und solche Auflösung findet nur in krankhaften Verhältnissen statt. Das frische Blutroth hat eine dunkle, blaurothe Farbe; durch Aufnahme von Sauerstoff wird es kirschroth, und es ist leicht durch Versuche nachzuweisen, daß die Blutkörperchen sehr begierig den Sauerstoff der Luft anziehen und dadurch ihre Farbe ändern. In dem Plasma befindet sich kein Stoff, welcher mit dem Blutrothe in dieser Verwandtschaft zu dem Sauerstoff wetteifern könnte. Es darf demnach der Schluß wohl gerechtfertigt erscheinen, daß die Blutkörperchen diejenigen Formbestandtheile des Blutes sind, welche

den Sauerstoff der Luft an sich ziehen und ihn so den Organen des Körpers zuführen.

Man hat geglaubt, die Kohlensäure, welche man in dem dunklen, venösen Blute vorfindet, sei darin frei aufgelöst enthalten. Allein das Plasma, die Blutflüssigkeit, enthält ein Salz aufgelöst, welches äußerst leicht Kohlensäure einschluckt und sich damit chemisch verbindet; das Plasma enthält kohlensaures Natron, das, mit Kohlensäure in Berührung gebracht, sich in doppelt kohlensaures Natron umwandelt. Die Kohlensäure, welche in den Lungen ausgestoßen wird, bildet sich durch den Prozeß der Ernährung im Inneren der Gewebe; sie wird durch Imbibition von den Körpercapillaren aufgenommen und verbindet sich in diesen, wenigstens theilweise, mit dem kohlensauren Natron des Plasma's, da dessen Menge nicht hinreichend ist, um die sämmtliche Kohlensäure aufzunehmen. Die überschüssige Kohlensäure bleibt in der Blutflüssigkeit aufgelöst.

Sauerstoff und Kohlensäure, die beiden in der Respiration betheiligten Gase, sind demnach an verschiedene Bestandtheile des Blutes gebunden: der Sauerstoff an das Blutroth der Körperchen, die Kohlensäure an das Natron und die Flüssigkeit des Plasma's. Beide Gase werden an verschiedenen Orten aufgenommen und abgeschieden: der in den Lungen aufgenommene Sauerstoff wird in dem Gewebe der Organe, in der Blutbahn der Capillaren abgesetzt, und die an diesem Orte gebildete Kohlensäure in den Lungen abgeschieden.

Die Abscheidung der Kohlensäure und die Aufnahme des Sauerstoffes in den Lungen stehen in einem gewissen Verhältnisse zu einander, das sich hauptsächlich bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen nach der eingenommenen Nahrung richtet. Thiere, welche mit Brot und Körnern gefüttert werden, athmen in der Kohlensäure, die sie entbinden, mehr Sauerstoff aus, als aus der eingeathmeten Luft verschwindet. Bei Brot- und Körnernahrung wird demnach sicherlich ein Theil des ausgeathmeten Sauerstoffes aus der Nahrung bereitet, und es ist dies, wie wir früher gesehen, wohl sicherlich der Umwandlung der stärkmehl-

haltigen Subſtanzen in Fett zuzuſchreiben, wobei dieſe einen Theil ihres Sauerſtoffes verlieren müſſen. Das umgekehrte Verhältniß findet bei Fleiſchfütterung ſtatt. Der Sauerſtoff der ausgeathmeten Kohlenſäure übertrifft dann die Menge des eingeathmeten, und das Verhältniß bleibt ſich gleich, wenn auch das Thier gänzlich faſtet.

Bevor indeß der Austauſch der Gaſe in dem durch die Lungen ſtrömenden Blute ſtattfinden kann, muß die eingeathmete Luft zu demſelben gelangen und bis an das letzte Ende der Lungenzellen dringen. Hier findet nun ſchon inſofern ein Austauſch ſtatt, als der eintretende Athemzug auf die im Inneren der Lungen befindliche Reſidualluft trifft, die ſtets noch reicher an Kohlenſäure iſt, als die ausgeathmete Luft ſelber. Man hat durch Verſuche nachgewieſen, daß das Verhältniß der Kohlenſäure nicht zu allen Zeiten der Ausathmung daſſelbe iſt, ſondern daß gegen das Ende der Ausathmung die Luft reicher an Kohlenſäure iſt, als an dem Anfang. Athmet man nach einem gewöhnlichen Einzuge gewöhnlich aus, und preßt man dann, ohne wieder einzuathmen, noch einen Theil der Luft, die in den Lungen geblieben wäre, aus, ſo enthält dieſe letztere Portion eine bei weitem größere Quantität Kohlenſäure, als die erſtere. Die Reſidualluft hat demnach einen beſtändigen größeren Kohlenſäuregehalt und miſcht ſich vor allen Dingen mit der beim Einathmen eindringenden atmoſphäriſchen Luft. Eine Miſchung zwiſchen beiden Gaſen würde zwar ſchon auch ohne die Athembewegungen ſtatt haben, während durch dieſe Bewegungen ein Luftſtrom in die innerhalb der Lungen ſtagnirende kohlenſäurereiche Luftmenge mit Gewalt eingepreßt wird, dort ſich mit einer gewiſſen Menge Kohlenſäure ſättigt und dann wieder ausgetrieben wird. Durch dieſe Miſchung wird die Reſidualluft etwas ärmer an Kohlenſäure, und der Abgang an dieſem Stoff augenblicklich aus dem Blute erſetzt. Der Mechanismus der Athembewegungen läßt ſich demnach etwa mit dem einer Pumpe vergleichen, die in ein Reſervoir, welches Salzwaſſer enthält, mit jedem niedergehenden Pumpenſtoße reines Waſſer einſpritzt und ſalziges

Waſſer emporhebt. Würde das Reſervoir nicht aus einer Salzquelle geſpeiſt, ſo wäre ſein Salzgehalt bald gänzlich erſchöpft; findet aber eine ſtete Speiſung ſtatt, ſo wird man in dem Reſervoir ſtets eine ſtärkere Salzſoole finden, als diejenige iſt, welche die Pumpe hervorhebt.

Aber nicht bloß in den Lungen, auch in den peripheriſchen Capillaren des Körpers geht ein beſtändiger Austauſch von Gaſen vor ſich, und zwar in umgekehrter Ordnung. Die durch die Ernährung der Theile gebildete Kohlenſäure tritt in das Blut über und ſtatt ihrer wird Sauerſtoff aus dem Blute aufgenommen. Der in der Athmung aufgenommene Sauerſtoff verläßt demnach das arterielle Blut wieder; die Farbe der Blutkügelchen wird blauer.

Offenbar kann dieſe Ausſcheidung von Sauerſtoff nur darin beruhen, daß die Blutkörperchen theilweiſe ſich auflöſen, ihr Farbeſtoff ſich zerſetzt und der dadurch frei gewordene Sauerſtoff in die Gewebe tritt. Dieſer Sauerſtoff kann nicht im Plasma aufgelöſt bleiben, denn direkte Verſuche belehren uns, daß daſſelbe nur ſehr wenig Sauerſtoff aufnimmt. Dagegen wiſſen wir durch Verſuche, daß der geronnene Faſerſtoff ſehr lebhaft Sauerſtoff einſchluckt und ihn in Kohlenſäure verwandelt; — es iſt mithin wahrſcheinlich, daß der durch Zerſtörung der Blutkörperchen aus dem Blute getretene Sauerſtoff auf die feſten Faſerſtoffgebilde des Körpers einwirkt und ſich mit dieſen verbindet.

Wir kennen kein Gewebe im ganzen Körper, welches mit ſolcher Begierde den Sauerſtoff an ſich zieht, als die Blutkörperchen; es kann mithin auch keine Kraft im Körper exiſtiren, welche mächtig genug wäre, die Blutkörperchen ihres Sauerſtoffes zu berauben; nur durch Zerſtörung und Umſetzung derſelben iſt dies möglich. Daß aber eine ſolche Zerſtörung der Blutkörperchen, Auflöſung derſelben im Plasma und beſtändige Wiedererzeugung, ſowohl aus den Lymph- und Chyluskörperchen, als auch innerhalb der Bahnen des Kreislaufes ſelbſt, vor ſich gehe, ſcheint nicht nur theoretiſch begründet, ſondern auch durch die unmittelbare Erfahrung beſtätigt. Ich habe ſchon oben, in dem

Briefe vom Blute, auf das Verhalten der Blutkörperchen unter dem Mikroskope und gegen Reagentien aufmerksam gemacht, und wenn auch unsere Beobachtungen noch nicht so weit gehen, um mit Bestimmtheit die Veränderungen darzulegen, welche die Blutkörperchen während ihrer Existenz durchlaufen, so scheint doch wenigstens so viel ausgemacht, daß ein gewisser Bildungscyclus ihnen vorgezeichnet ist. Warum sollte dies auch nicht der Fall sein? In allen Gewebtheilen des Körpers sehen wir einen steten Umschwung, selbst in den festesten Bestandtheilen, den Knochen, geht beständig Zerstörung des Vorhandenen, Ersatz des Zerstörten und Neubau Hand in Hand; sollen die Blutkörperchen die einzigen Gewebtheile sein, die keinen cyclischen Veränderungen unterworfen sind? Gewiß aber stehen diese Veränderungen in den nächsten Beziehungen zum Athemprozeß, und namentlich scheinen die Phänomene, welche bei der Transfusion des Blutes von verschiedenen Thieren sich einstellen, darauf hinzudeuten. Bekanntlich kann man einem durch Blutverlust entkräfteten Thiere Blut, welches von einem anderen Individuum derselben Art herrührt, nicht nur ohne Nachtheil, sondern sogar mit Vortheil einspritzen; es erholt sich. Selbst geschlagenes, mithin seines Faserstoffes beraubtes Blut hat denselben belebenden Einfluß. Allein die Einspritzung von Blut eines Thieres aus einer anderen Klasse tödtet fast augenblicklich. Vogelblut einem Säugethiere, Säugethierblut einem Vogel eingespritzt, tödtet unmittelbar, selbst in kleinen Quantitäten, und in dem letzteren Falle kann der Tod nicht der verschiedenen Größe der Blutkörperchen und einem dadurch bedingten Hinderniß in der Circulation innerhalb der Capillargefäße zugeschrieben werden, denn die Blutkörperchen der Säugethiere sind kleiner, als die der Vögel. Meines Erachtens kann diese giftige Wirkung der Einspritzung (Transfusion) von Blut einer anderen Spezies nur in der Beziehung der Blutkörperchen zum Respirationsprozesse gesucht werden, zumal da das seiner Blutkörperchen beraubte Serum keinen solchen verderblichen Einfluß übt.

Auf der andern Seite ist, wie wir oben gezeigt haben, durch

die Aufnahme des Sauerstoffes in den Lungen ein Theil des im venösen Blute enthaltenen doppelt kohlensauren Natrons in einfach kohlensaures Natron verwandelt worden, welches mit dem arteriellen Strome, in die peripherischen Capillaren des Körpers fortgerissen wird. Dort trifft es die aus den Geweben gebildete Kohlensäure an, welche es gierig anzieht, um sich aufs Neue mit derselben zu doppelt kohlensaurem Natron zu verbinden.

Sollen wir nun die Rolle, welche die im Blute enthaltenen Gase und die Bestandtheile des Blutes selbst spielen, näher bezeichnen, so wäre dies etwa in folgenden Sätzen zu geben: Die Gase des Blutes sind nicht in demselben aufgeschwämmt (diffundirt), sondern an einzelne Formelemente desselben gebunden. Die Blutkörperchen sind Sauerstoffschwämme. Das kohlensaure Natron des Plasma's bindet theilweise die Kohlensäure. In dem Athmungsprozesse wird Sauerstoff aufgenommen und eine entsprechende Menge Kohlensäure abgeschieden; der Sauerstoff gelangt in die Gewebe durch Zerstörung der Blutkörperchen innerhalb der Capillaren des Körpers. Die Kohlensäure gelangt in das Blut der Körpercapillaren durch Anziehung vermittelst des im Plasma enthaltenen einfach kohlensauren Natrons.

So sehen wir denn von dem ersten Eintreten des Sauerstoffes mit der Einathmungsluft bis zur endlichen Austreibung der Kohlensäure eine beständige Verkettung von Ursachen und Wirkungen, die durch den Austausch zwischen zwei Gasströmen sich herstellen, die in umgekehrter Richtung den Körper durchlaufen und in beständiger Wechselwirkung sich befinden. Während der Sauerstoff von außen her durch die Lungenzellen eindringt, durch die Blutflüssigkeit hindurch bis zu den Körperchen dringt und sich theils mechanisch in dem Blute auflöst, theils chemisch bindet, während er in diesem Zustande durch den arteriellen Blutstrom fortgerissen in alle Organe des Körpers vertheilt wird, diese durchdringt und die Zersetzung der organischen Substanz einleitet, wird die Kohlensäure an denselben Endpunkten durch die Verbindung des Sauerstoffes mit der organischen Substanz

erzeugt, von dem venöſen Blutſtrom fortgeſchwemmt, theilweiſe frei gelöſt, theilweiſe an kohlenſaures Natron gebunden und ſo in die Lungen gebracht, wo ſie aus den Capillaren in die Lungenzellen übertritt und endlich mit der Ausathmungsluft entfernt wird. Ueberall aber, wo ein Austauſch der Gaſe ſtattfindet, in dem Gewebe der Organe, in dem Blute, das in den Haargefäßen des Körpers oder der Lungen kreiſt, in den Lungenzellen, wie in der Luftröhre und deren größeren Aeſten — überall beruht dieſer Austauſch auf der Verſchiedenheit des Gasgehaltes der mit einander in Berührung kommenden Stoffe und auf der verſuchten Herſtellung des Gleichgewichtes zwiſchen denſelben. So begründet ſich alſo dieſer Austauſch auf höchſt einfache phyſikaliſche Geſetze, die bei der engen Beziehung des Athmungsprozeſſes zu allen Funktionen des Organismus als oberſte Regulatoren des Lebensprozeſſes erſcheinen.

Sechster Brief.

Die Absonderung.

An allen freien Oberflächen des Körpers, von welcher Gestalt sie auch sein mögen, sehen wir unter normalen Umständen eine beständige Ausscheidung gasförmiger oder flüssiger Bestandtheile vor sich gehen. Auf der äußeren Haut, auf der inneren Oberfläche der Schleimhäute, der sogenannten serösen Umhüllungshäute, wie Brust- und Bauchfell, ist dieser Ausscheidungsprozeß in immerwährender Thätigkeit begriffen. Die Absonderungsprodukte dieser flächig ausgebreiteten Organe werden theils, wie von den Schleimhäuten des Mundes, der Lunge, des Darmkanales u. s. w., nach außen geschafft, theils aber auch bleiben sie, wie in den geschlossenen Säcken der serösen Häute, innerhalb derselben in geringer Menge aufbewahrt, und nur zuweilen, in krankhaften Verhältnissen, wie z. B. bei der Wassersucht, sammeln sie sich in solcher Menge darin an, daß die Entfernung der angehäuften Flüssigkeit nothwendig wird.

Außer diesen flächigen Absonderungsorganen aber finden sich noch im Körper eine große Menge besonderer, zu dem speziellen Zwecke der Absonderung bestimmte Organe, welche einen zusammengesetzteren Bau haben und die wir unter dem Namen der Drüsen begreifen. Das Prinzip des Baues dieser Drüsen ist äußerst einfach; es beruht auf dem Grundsatze, daß eine gebogene oder gewundene Haut auf demselben Raume weit mehr Fläche darbietet, als eine gerad ausgebreitete. Eine freie Oberfläche ist stets ein wesentliches Erforderniß zur Absonderung; wird aber diese freie Oberfläche aus gewundenen Schläuchen

gebildet, ſo kann ſie eine ungeheuere Ausbreitung bieten und dennoch auf einen kleinen Raum zuſammengedrängt ſein. Die Grundform der Drüſen iſt deßhalb ein länglicher Blindſack, deſſen Oeffnung ſich auf der Oberfläche befindet, auf welche das Sekret ausgeführt werden ſoll. Dieſer Sack erhält ſeitliche Verzweigungen, Veräſtelungen, die ſich zu Röhren ausſpinnen, welche ſich zuſammenknäueln, und bald in körnigen, traubenförmigen oder zelligen Bläschen ihr Ende finden. So bietet denn jede Drüſe gleichſam das Bild eines mehr oder minder veräſtelten Baumes dar, deſſen Stamm der Ausführungsgang iſt. Die Röhren und Ausführungsgänge ſind im Inneren von eigenthümlichen Häuten, die oft außerordentlich fein werden, ausgekleidet, und in und auf dieſen Häuten verbreiten ſich die Blutgefäßnetze, aus welchen dann der Abſonderungsſtoff, das Sekret, geliefert wird. Die feinſten Drüſengänge ſind immer noch weit dicker, als die feinen Capillaren der Blutgefäßnetze, und man kann kein treffenderes Bild für das Verhältniß zwiſchen Drüſengang und Blutgefäßnetzen finden, als dasjenige eines Fingers, der von einem Seidenhandſchuh eingehüllt iſt und wo der (hohle) Finger dem blinden Ende des Drüſenganges, das Seidengewebe dem Capillargefäßnetze entſprechen würde.

Wie außerordentlich weit die Vergrößerung der abſondernden Oberfläche innerhalb einer Drüſe durch Verzweigung und Verknäuelung der Drüſengänge und Bläschen durch die Natur getrieben wird, dies zeigen folgende Beiſpiele. Die Samenröhrchen des Hodens würden, zu einer einzigen Röhre zuſammengefügt, eine Länge von 1015—1250 Pariſer Fuß betragen und die geſammte Abſonderungsfläche einen Rauminhalt von 17,7—20 Quadratfuß darbieten. Eine einzige Niere bietet eine Abſonderungsfläche von 43,55 Quadratfuß. Man hat den angeſtellten Meſſungen zu Folge eine Tabelle der einzelnen Drüſen des menſchlichen Körpers entworfen, worin beſtimmt iſt, wie viel Quadratfuß Abſonderungsfläche ein Kubikzoll Volumen einer jeden Drüſe zeigte, und man hat folgende Verhältnißzahlen gefunden, welche freilich nur entfernt approximativ ſein können :

1 Kubikzoll	Hode hat . .	2,58	D.-Fuß	Absonderungsfläche.
" "	Niere . . .	6,43	"	"
" "	Ohrspeicheldrüse	8,71	"	"
" "	Thränendrüse .	9,05	"	"
" "	Unterzungendrüse	9,34	"	"
" "	Unterkieferdrüse	10,52	"	"
" "	Bauchspeicheldrüse	12,63	"	"

Von besonderem Einflusse auf die Art der Absonderungen sind gewiß die inneren Auskleidungen der Drüsengänge, sowie die Beschaffenheit des Blutstromes, welcher ihnen zugeleitet wird. Letztere kann insofern einen Einfluß üben, als bei weiteren Gefäßen und rascherem Blutstrome möglichst viel Blut durch die Drüse geführt und demnach die Zufuhr neuen Stoffes beschleunigt wird. Von noch größerem Einflusse aber ist die innere Auskleidung. Diese besteht bei allen Drüsen mit vielleicht alleiniger Ausnahme der Leber aus einem Belege von Zellen, die bald mehr rundlich oder pflasterartig, bald mehr cylindrisch sind, und dann wie Palliſaden neben einander stehen. Im Allgemeinen nennt man diese Belege von Zellen auf den inneren Oberflächen des Körpers Epithelien, und unterscheidet je nach der Form pflasterartige, cylindrische und Flimmerepithelien. Losgestoßene Theile dieser Zellen sind es, welche die verschiedenen Flüssigkeiten der inneren Oberfläche schleimig machen. In den Drüsen nun findet man stets solche innere Epithelien, die theilweise mit der Absonderung abgestoßen werden, und die sehr häufig die charakteristischen Bestandtheile der Drüsenabsonderung enthalten. Man hat hier namentlich häufig auf die sogenannten Leberzellen hingewiesen, in welchen man nicht selten gelbe Kügelchen oder unbestimmt begränzte gelbliche Massen findet, die auch in der Galle selbst vorkommen und offenbar mit Gallenfarbstoff getränktes Fett sind. Wie wir indessen in einem früheren Briefe gesehen haben, so dürften diese Leberzellen wohl schwerlich als Beweise dienen, da sie von manchen Forschern nur als abgerissene Stücke der letzten Gallengänge angesehen werden. Unzweifelhaft aber ist z. B. die Gegenwart von Harnsäure in

den Zellen der Nierenkanäle mancher niederen Thiere, die Entstehung der Samenthierchen in den eigenthümlichen Zellen, welche die Hodenkanäle erfüllen, und es dürfte demnach wohl keinem Zweifel unterliegen, daß auch da, wo wir die eigenthümlichen Auswurfsstoffe einer Drüse unter dem Mikroskope nicht sehen können, weil dieselben in dem Wasser der Flüssigkeit aufgelöst sind, dennoch diese eigenthümlichen Stoffe innerhalb der Drüsenzellen sich ausscheiden. Wir werden auf diese Frage, welche für die Mechanik der Drüsenabsonderung im Ganzen und selbst für die Ansicht von der Ernährung überhaupt äußerst wichtig ist, im Verlaufe dieses Briefes zurückkommen.

Von den sämmtlichen Drüsen und flächigen Absonderungsorganen des Körpers sind für uns, die wir in das Speziellere nicht eingehen können, nur drei von wesentlichem Interesse: die Haut, als Absonderungsorgan des Schweißes und der Ausdünstung, die Leber, der Galle wegen, und endlich die Nieren, in welchen eine der wesentlichsten Auswurfsflüssigkeiten, der Harn, abgeschieden wird. Wir haben schon in einem vorhergehenden Briefe den Bau der Leber und die Eigenthümlichkeit ihres fetten und alkalischen Sekrets, der Galle, näher in's Auge gefaßt.

Die Struktur der Haut hat zu den mannichfachsten Controversen Anlaß gegeben. Man hat vielleicht bei diesen Untersuchungen den großen Fehler begangen, daß man Verhältnisse, die man in einzelnen Fällen auffand, gleich als allgemeine Gesetze aufstellen wollte. Gerade bei der allgemeinen Bedeckung des Körpers aber giebt es, wie Jedermann wohl aus dem bloßen Augenschein weiß, die mannichfachsten Verschiedenheiten, und es heißt wahrlich die gesunden fünf Sinne beleidigen, wenn man behaupten will, daß die Haut einer zarten Blondine, durch deren weichen Sammet alle Adern durchschimmern, dieselbe numerische Zusammensetzung habe, wie die rissigen Borken, welche den Körper eines Grobschmiedes decken. Die geübte Zunge eines Gastronomen schmeckt Verschiedenheiten, welche den Reagentien des gewandtesten Chemikers entgehen; das Mikroskop

und das Scalpell des Anatomen sind ebenfalls nur unvollkommene Werkzeuge, wenn man sie mit unserem Auge und unserer Hand vergleicht.

Im Allgemeinen besteht die Haut aus zwei Schichten, einer äußeren, aus dünnen Plättchen zusammengesetzten Schicht, welche sich beständig abschilfert und stets wieder neu aus der Tiefe ersetzt. Wir nennen diese Schicht die Oberhaut oder Epidermis. Sie ist durchscheinend, nur schwer für Wasser durchdringlich und läßt sich selbst wieder mehr oder minder deutlich in zwei Schichten theilen, von denen die äußere, frei zu Tage liegende, mehr verhornt und durch diesen Verhornungsprozeß in ihrer Struktur unkenntlich gemacht ist, während die innere Schicht, die man das Malpighi'sche Netz genannt hat, aus einer weichen schleimigen Zellenlage besteht, die sich immer wieder von Neuem bildet, sobald die äußeren Zellen gänzlich verhornt und abgeschilfert sind. In der verhornten äußeren Lage der Oberhaut hängen die einzelnen Zellen so zusammen, daß man die Lage selbst als eine zusammenhängende Haut besonders nach Einwirkung von Blasen ziehenden Substanzen oder von kochendem Wasser abziehen kann. In den noch frischen unverhornten Zellen des Malpighi'schen Netzes finden sich an denjenigen Hautstellen, wo eine braunere Farbe hervortritt, Anhäufungen eines dunkelbraunen körnigen Pigmentes, das bei der Verhornung allmählich verschwindet. Die Farbe des Europäers wird dadurch hervorgebracht, daß das Blutroth der Gefäße, welche sich in der Lederhaut befinden, durch die etwas gelblich durchscheinende Oberhautschicht hindurchschimmert. Je dünner diese Oberhautschicht, desto stärker tritt, wie an den Wangen und Lippen, die rothe Farbe hervor, während da, wo sie sehr dick ist, wie an den Fußsohlen, das Gelblichweiß der Oberhaut überwiegt. Die Hautfarben der verschiedenen Völker werden einzig und allein durch verschiedene Mischung der drei färbenden Elemente : das Roth der Blutgefäße, das Braun des Pigmentes, und das Gelbweiß der Oberhaut, hervorgebracht. Die Haut des Negers unterscheidet sich von derjenigen des Europäers nur dadurch, daß die

Lage des Malpighi'ſchen Netzes bedeutend mächtiger und die Zellen mit dem ſchwarzbraunen Pigmente überfüllt ſind. Unter der Oberhaut liegt die Lederhaut, ein dichter Filz unter einander gewebter Faſern von Bindegewebe und elaſtiſchem Gewebe, zwiſchen denen ſich noch glatte Muskelfaſern befinden, welche eigenthümliche Zuſammenziehungen bewirken, die wir mit dem Ausdrucke der »Gänſehaut« bezeichnen. Die der Oberhaut zugewandte Fläche der Lederhaut iſt nicht eben, ſondern mit einer Menge von Hervorragungen verſehen, welche bald nur hügelig, bald mehr zapfenartig erſcheinen und die man die Hautwärzchen genannt hat. An der Innenſeite der Finger drängen ſich dieſe Hautwärzchen ſo zuſammen, daß ſie geſchwungene Linien bilden, die auf jedem Finger eine eigenthümliche Zeichnung darſtellen. Betrachtet man die Innenfläche der Hohlhand mit einer ſtärkeren Loupe, ſo ſieht man, daß ſowohl auf den vorragenden Leiſtchen, wie in den eingegrabenen Linien, durch welche dieſelben getrennt werden, feine Grübchen ſich öffnen, auf denen man oft ein kryſtallhelles Tröpfchen bemerkt. Dies ſind die Oeffnungen der Drüſen, von welchen ſich zweierlei Arten in dem Gewebe der Haut finden: die einen öffnen ſich meiſt in der Nähe der Haare oder in dem Kanal ſelbſt, worin das Haar ſteckt; ſie ſondern eine fettige, talgartige Maſſe ab, man nennt ſie Talgdrüſen; — die andern, die Schweißdrüſen, liegen alle unter der Haut im Zellgewebe und ſenden einen korkzieherartig gewundenen Ausführungsgang durch die Schichten der Haut und Oberhaut hindurch bis auf die Oberfläche. Die meiſten Schweißdrüſen finden ſich ſonderbarer Weiſe an der Sohle und an der Hohlhand, bekanntlich zwei Stellen, an denen man ſelten oder nie ſchwitzt; die größten laſſen ſich in der Achſelhöhle antreffen. Man hat berechnet, daß in der Hohlhand, welche die meiſten Schweißdrüſen beſitzt, ſich deren 2736 auf einem Quadratzolle Oberfläche befinden, während am Nacken und Rücken, wo ſie am ſeltenſten ſind, nur etwa 417 auf dem Quadratzolle ſich finden. Aus dieſer Vertheilung der Drüſen geht ſchon hervor, daß ihre Beziehung zu

dem Schweiße nicht exklusiv sein kann, sondern daß, wie auch aus anderen Betrachtungen hervorgeht, die Hautausdünstung unmittelbar, ohne Vermittlung der Drüsen, aus dem Blute der Haut geschieht. In gewöhnlichen Zuständen ist die Hautaussonderung nur eine Verdunstung; die Stoffe gehen in Gasform, für uns unsichtbar, davon; — man kann sich aber durch einen sehr einfachen Versuch davon überzeugen, daß diese Absonderung eine beständige sei. Zu diesem Ende stecke man nur den Arm in einen Glascylinder, den man so gut als möglich fest anschließen läßt. Wenn auch keine Spur von Schweiß sichtbar war, so wird doch der Cylinder bald inwendig beschlagen und endlich werden sich an den Wänden Tropfen einer klaren, salzig schmeckenden Flüssigkeit ansammeln, die viel flüchtige organische Stoffe enthält und deßhalb sehr leicht fault.

Die Menge der Hautausdünstung und besonders die Schweißbildung hängt zunächst von der Individualität ab. Die Einen schwitzen bei dem geringsten Anlasse, die Anderen nur sehr schwer. Nächst der Individualität aber äußern die Menge der genossenen Getränke, so wie die Temperatur und Trockenheit der Atmosphäre den entschiedensten Einfluß auf die Menge des durch die Hautausdünstung entleerten Wassers, die wieder mit derjenigen des Urines balancirt. Je größer die Hitze, je trockener die Luft, desto mehr verlieren wir durch Ausdünstung und Schweiß; desto gefärbter und wasserarmer wird aber auch unser Urin, während im Gegentheile in den kälteren Wintermonaten letzterer um so wässeriger wird, je mehr die Hautausdünstung auf ein Minimum zurücksinkt. Es wird aus diesen Thatsachen erklärlich, warum in heißen und warmen Klimaten das Verhältniß der unmittelbar wägbaren Ausleerungen, Koth und Harn, zu den gasförmigen, Haut- und Lungenausdünstung oder Perspiration, ein anderes ist, als in gemäßigten, kalten und feuchten Zonen. In den letzteren, wo die Luft fast beständig mit Feuchtigkeit geschwängert ist, bei durchschnittlich kühler Temperatur, wird durch Lungen und Haut weit weniger Wasser in Dampfform abgeschieden, als in heißen trockenen Gegenden, und nachdem

dies Waſſer in Dampfform durch die Perſpiration, oder in flüſſiger Form durch die wägbaren Ausleerungen davon geht, neigt dieſer Ausſchlag mehr auf die eine oder die andere Seite.

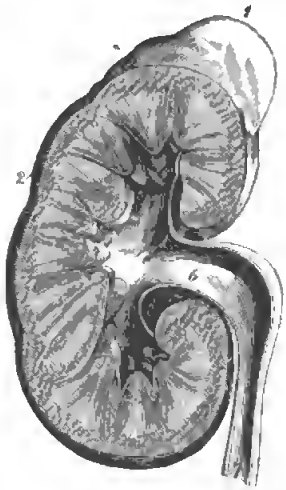


Fig. 13.

Die Niere nebſt dem Harnleiter, ſenkrecht durchſchnitten, um die innere Structur zu zeigen. 1. Die Nebenniere, in Fett und Bauchfell eingehüllt. 2. Rindenſubſtanz mit geknäuelten Harnkanälchen. 3. Die Pyramiden der Markſubſtanz, mit geſtreckten Harnkanälchen. 4. Nierenwärzchen, in den Hohlraum der Niere hineinragend. 5. Hohlraum der Niere. 6. Anfang, 7. Fortſetzung des Harnleiters.

Die Nieren, welche den Harn abſondern, ſind bekanntlich zwei zu beiden Seiten der Lendenwirbelſäule in der Bauchhöhle ſymmetriſch gelegene, bohnenförmige Drüſen, welche bei dem Menſchen etwa die Größe einer kleinen Fauſt haben. Durchſchneidet man eine ſolche Niere der Länge nach, ſo ſieht man, daß ſie aus zwei weſentlich verſchiedenen Subſtanzen zuſammengeſetzt iſt. Nach Außen zeigt ſich eine dunklere weichere Lage von Rindenſubſtanz, von unbeſtimmt körnigem Anſehen, die nach Innen hin in die blaßröthliche, ſtreifige Markſubſtanz übergeht, welche in etwa 12—15 kegelförmige Abtheilungen, die ſogenannten Pyramiden, getheilt iſt. Die Spitzen der Kegel oder die Nierenwärzchen ſind alle nach Innen gegen den Mittelpunkt der Niere gerichtet, und enden frei in einem Hohlraume, dem ſogenannten Nierenbecken, welches ſich unmittelbar in den röhrenförmigen Harnleiter fortſetzt, der jederſeits nach Unten läuft und in die Harnblaſe ſich öffnet. Unterſucht man die Struktur der Niere genauer, ſo ſieht man, daß die Rindenmaſſe aus einer Unzahl vielfach hin und her gewundener Harnkanälchen beſteht, welche allſeitig von den Blutgefäßen umſponnen werden. Allmählich ſammeln ſich dieſe Harnkanälchen nach Innen zu, wobei

ſie zugleich einen geſtreckteren Verlauf annehmen und ſo das ſtreifige Anſehen der Pyramiden der Markſubſtanz erzeugen. Mehr und mehr zuſammenmündend öffnen ſich endlich die Harnkanälchen an der Spitze der Nierenwärzchen, und laſſen hier den Harn in das Nierenbecken austreten, von welchem er dann durch den Harnleiter in die Blaſe abfließt. Die Harnleiter haben ringförmige Muskelfaſern, durch deren wurmförmig nach unten fortſchreitende Bewegung der Harn in die Blaſe geſchafft wird. Es kommt zuweilen vor, daß bei Individuen mit fehlerhafter Ausbildung der Bauchdecken, in Folge urſprünglicher Mißbildung, die Vorderwand der Blaſe fehlt, ſo daß man in dieſelbe hineinſchauen und die Oeffnungen der Harnleiter unmittelbar beobachten kann. Man ſieht dann, daß die Flüſſigkeit aus dieſen Oeffnungen tropfenweiſe in Abſätzen oder zuweilen auch in feinem Strahle bei ſtärkeren Zuſammenziehungen der Harnleiter hervortritt und ſich in der Blaſe anſammelt, aus der ſie bei geſundem Zuſtande nur von Zeit zu Zeit entleert wird. Von beſonderer Wichtigkeit erſcheint in der Niere die Gefäßvertheilung. Die Nierenarterie, welche jederſeits aus der großen Unterleibsſchlagader, der Bauchaorta, entſpringt, iſt verhältnißmäßig ſehr weit und theilt ſich ſchnell in zahlreiche feine Netze, an denen beſondere Gefäßknäuel hängen. Ein jeder ſolcher Gefäßknäuel, der mit dem bloßen Auge gerade noch als rothes Pünktchen geſehen werden kann, iſt von einem einzigen Gefäße gebildet, welches ſich in mehrere Zweige ſpaltet, die ſich knäuelförmig zuſammenwinden und endlich wieder in ein einziges Gefäß ſammeln. Dieſes aus dem Gefäßknäuel hervortretende Arterienſtämmchen löſt ſich erſt einige Zeit nach ſeinem Austritte in das Haargefäßnetz auf, welches die gewundenen Harnkanälchen umſpinnt. Man nennt in der anatomiſchen Kunſtſprache die Auflöſung größerer Gefäßſtämme in feinere Zweige, die ſich wieder zu einem Gefäße von derſelben Natur ſammeln, Wundernetze. Ein ſolches Gefäßknäuelchen der Niere iſt mithin ein Wundernetz eines feinen Arterienzweiges, das ſich nur durch ſeine Zuſammenknäuelung vor andern Netzen dieſer Art auszeichnet.

Merkwürdig ist aber das Verhalten dieser Gefäßknäuelchen zu der Mechanik der Nierenabsonderung. Jeder Knäuel ist dicht von einer feinen häutigen Kapsel umgeben, welche nichts Anderes ist, als das blasenförmig angeschwollene Ende eines Harnkanälchens. Es beginnt also jedes Harnkanälchen mit einem hohlen Knopfe, in dessen Höhle ein Gefäßknäuelchen steckt, eine Einrichtung, die sich bei keiner anderen Drüse wieder findet.

Die Harnabsonderung ist eine der wichtigsten Funktionen des ganzen Körpers, denn durch sie werden hauptsächlich die Produkte der Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen aus dem Körper geschafft; ja wenn man die geringe Quantität von Stickstoff, die sich in den Excrementen und der Hautabsonderung finden, außer Augen läßt, so ist der Harn die einzige Absonderung, durch welche der Stickstoff überflüssig gewordener Substanzen in Form eigenthümlicher Verbindungen aus dem Körper geschafft wird, während Haut- und Lungenausdünstung die Verbrennungsprodukte des Kohlenstoffes und des Wasserstoffes ausscheiden. Im normalen Zustande schwankt das spezifische Gewicht des Harnes zwischen 1,010 bis 1,030, in krankhaften Zuständen können dagegen beide Gränzen noch bedeutend weiter hinausgeschoben werden. Frischer Harn von gesunden Menschen und fleischfressenden Thieren ist stets sauer, und zwar rührt diese saure Reaktion nicht sowohl von freien Säuren, als von der Gegenwart des phosphorsauren Natrons her. Durch Zersetzung entwickelt sich schnell anfangs freie organische Säure, später aber, bei beginnender Fäulniß, Ammoniak, wodurch dann die saure Reaktion in eine alkalische übergeht. Die Menge des Harnes, welche täglich gelassen wird, ist außerordentlichen Schwankungen ausgesetzt, da sie einestheils mit der Menge des genossenen Getränkes, anderntheils aber mit der durch die Perspiration ausgedünsteten Wassermenge im genauesten Zusammenhange steht. Nach genauen Beobachtungen bei durchaus gleichförmiger Lebensweise betrug das Mittel des während 24 Stunden entleerten Urines im November 56 Loth, im December 57½ L., im Januar 57 L., im Februar 54⅕ L., März 46½ L., April

40⅔ L., Mai 40⅓ L., und es iſt zu bedauern, daß dieſe Meſſungen nicht während eines ganzen Jahres fortgeſetzt wurden, um die regelmäßige Stufenleiter, welche die verhältnißmäßigen Mengen je nach den Jahreszeiten bilden, genau beſtimmen zu können.

Als die beiden weſentlichſten Beſtandtheile des Urins, welche im normalen Zuſtande nie fehlen, ſtellen ſich zwei organiſche, ſehr ſtickſtoffreiche Verbindungen dar: der Harnſtoff und die Harnſäure. 100 Theile Harnſäure enthalten gerade ein Drittel des Gewichtes Stickſtoff, und 100 Theile Harnſtoff nahezu die Hälfte, nämlich 46,67 auf 20 Theile Kohlenſtoff. Wenn ſchon es bemerkenswerth iſt, daß keine andere Sekretion des Körpers ſolche ſtickſtoffreiche Materien in bedeutender Menge enthält, ſo iſt noch beſonders zu berückſichtigen, daß keine andere organiſche Subſtanz den Stickſtoff in ſo bedeutender Menge enthält, als gerade dieſe beiden charakteriſtiſchen Beſtandtheile des Harns. Die eiweißartigen Körper, die Alkaloïde, enthalten weit weniger Stickſtoff, und man kann deßhalb wenigſtens theoretiſch behaupten, daß die organiſchen ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen dadurch in Harnſtoff und Harnſäure übergeführt werden können, daß ein Theil ihres Kohlenſtoffes und Waſſerſtoffes verbrennt, während der zurückbleibende Stickſtoff mit dem übrig bleibenden Kohlenſtoff und Waſſerſtoff eine Verbindung eingeht. Offenbar wird auch durch den Lebensprozeß definitiv in dem Körper dieſe Zerſetzung hergeſtellt, indem einerſeits der Harn die zurückbleibende Stickſtoffverbindung, anderſeits die Athmung die Kohlenſäure und das Waſſer aus dem Körper entführt. Außer dem Stickſtoff und der Harnſäure enthält der Harn auch noch bei den Continentalvölkern Europa's (nicht aber bei den fleiſchfreſſenden Engländern) ſtets eine kleine Menge Hippurſäure, die ſich bei Pflanzennahrung mehrt und auch namentlich bei den Pflanzenfreſſern die Harnſäure erſetzt, etwas Weniges Kreatin und Kreatinin, Stoffe, deren wir oben bei dem Fleiſche als Zerſetzungsprodukte der Muskelſubſtanz erwähnten, und eine eigenthümliche thieriſche Materie, welche überall die Geſtalt eines

bräunlichen, harzartigen Körpers den chemiſchen Operationen hinderlich in den Weg tritt, und, wie es ſcheint, mehrere Farbſtoffe, ſowie einen beſonderen Riechſtoff enthält. Die Salze, welche in der Harnflüſſigkeit aufgelöſt ſind, beſtehen hauptſächlich aus phosphorſaurem Natron, Kalk und Talk, aus Kochſalz und Glauberſalz; und wechſeln außerordentlich, je nach der Beſchaffenheit der Nahrung, da alle löslichen Salze mit großer Schnelligkeit in den Harn übergehen.

Die wichtigſte Rolle im Harne ſpielt ohne Zweifel der Harnſtoff, deſſen verhältnißmäßige Menge im Harne man ſchon aus dem ſpezifiſchen Gewichte erſchließen kann. In geſundem Zuſtande ſchwankt der Gehalt des Harnſtoffes in ziemlich bedeutenden Gränzen zwiſchen 15 und 37,5 Theilen in 1000 Theilen Harn; das Mittel mag etwa 25 bis 30 Theile betragen. Nach früheren Angaben ſollte die Harnſtoffmenge, welche ein erwachſener Mann in 24 Stunden ausleert, zwiſchen 20 bis 36 Gramm betragen. Neuere Unterſuchungen, mit einer verbeſſerten Methode angeſtellt, ergaben Schwankungen zwiſchen 27,60 und 53,73, ſo daß das Mittel hiernach 37,70 Gramm in 24 Stunden betragen würde. Wenn auch ein Theil dieſer größeren Harnſtoffmenge auf die verbeſſerte Methode der Beſtimmung zu ſchreiben iſt, welche weniger Verluſt ergab, ſo darf man doch auch andrerſeits nicht vergeſſen, daß die neueſten Verſuche an einem Manne von 215 Pfund Gewicht angeſtellt wurden, alſo an einem wahren Fleiſchkoloſſe, der nothwendiger Weiſe mehr Harnſtoff entleeren mußte, als die leichten Franzoſen und die kaum 120 Pfund ſchweren Gelehrten, an welchen die früheren Beſtimmungen angeſtellt worden waren. Die erwähnten neueren Beſtimmungen ergaben bei einer Frau von 180 Pfund 25,32 Harnſtoff, bei einem 132 Pfund ſchweren Mädchen von 18 Jahren 20,19 Harnſtoff, bei einem Knaben von 16 Jahren, der 97 Pfund wog, 19,86 Gramm durchſchnittlich in 24 Stunden. Man ſieht, daß dem Körpergewichte nach die Familie, welche dieſe Beſtimmungen lieferte, große Verhältniſſe zeigt, und demnach die Uebertragung dieſer Zahlen auf Menſchen von mittlerem Körperge-

wichte erſt nach vorgängiger Reduktion anwendbar wäre. Sucht man die Zahlen aber ſo zu vergleichen, daß man die Menge des Harnſtoffes, die in 24 Stunden auf je ein Pfund Körpergewicht ausgeleert wird, berechnet, ſo findet man, daß der Knabe verhältnißmäßig am Meiſten Harnſtoff produzirte, nach ihm der Mann, daß dann die Frau und zuletzt das Mädchen folgte, welches die geringſte Menge ergab. Wie man ſieht, iſt dieſes Verhältniß ein ähnliches, wie bei der Athmung, und wenn es richtig iſt, daß Athmung wie Harn die endlichen Produkte der Zerſetzung und des Stoffwechſels aus dem Körper ſchaffen, ſo geht ſchon daraus hervor, daß die Harnſtoffmenge, die täglich entleert wird, in gewiſſen Gränzen als Maß dieſes Stoffwechſels angeſehen werden kann. Es zeigen alſo dieſe Beſtimmungen, daß der Stoffwechſel im männlichen Geſchlechte überhaupt bedeutender ſei, als beim Weibe, im Jünglingsalter größer, als bei Erwachſenen. Wenn das Mädchen einen geringeren Ausſchlag zeigte, als die ſchon an der Gränze reiferer Jugend angelangte Frau (43 Jahr), ſo mag dies auf beſonderen individuellen Verhältniſſen beruhen, die wir bei dem einzelnen Falle nicht zu ergründen vermögen.

Schon die einfachſte Erfahrung mußte nachweiſen, daß die Harnſekretion durch die leiſeſten Veränderungen in Speiſe und Trank, ſowie im Verhalten des Körpers in Ruhe oder Bewegung mitbetroffen wurde; daß der größere oder geringere Sättigungsgrad ſowohl von der Aufnahme von Flüſſigkeiten, als von dem gleichzeitigen Spiel der Lungen und der Haut abhänge; daß die Zuſammenſetzung ſelbſt eine andere werden müſſe, je nach den Beſtandtheilen der Nahrung und den Zuſtänden des Körpers. Der Harn, ſeine Zuſammenſetzung und ſein Concentrationsgrad bietet gewiſſermaßen das empfindlichſte Barometer für alle wechſelnden Zuſtände des Organismus dar, und ſo viele Verſuche man auch bis jetzt über ſein Verhalten im geſunden und kranken Zuſtande gemacht hat, ſo ſind doch bei Weitem noch nicht alle Fragen erſchöpft, welche an dieſe Unterſuchungen geknüpft werden können.

Der erste wesentlichste Einfluß ist derjenige der eingeführten Stoffe und namentlich der Nahrungsmittel. Reichliches Wassertrinken macht den Harn zwar dünner, so daß er verhältnißmäßig weniger Harnstoff enthält, bedingt aber doch eine bedeutendere Absonderung hinsichtlich der absoluten Menge des Harnstoffes in 24 Stunden. Es liegt demnach auf der Hand, daß reichliches Wassertrinken überhaupt den Stoffwechsel vermehrt, und darin möchte wohl der wesentlichste Nutzen der jetzt oft zum Exzeß getriebenen Wasserkuren liegen. Das im Blute enthaltene Wasser wird durch die Nieren nicht für sich allein, sondern in Begleitung von einer gewissen Menge anderer Harnbestandtheile abgeschieden, und je mehr Wasser durch den Körper gejagt wird, desto mehr wird der Stoffwechsel angetrieben, desto mehr Harnstoff abgeschieden. Aehnlich wirkt auch Bewegung; — strenge Arbeit, körperliche Anstrengung vermindern zwar die absolute Menge des Urins, indem ein großer Theil des Wassers durch vermehrte Athmung und Hautausdünstung abgeschieden wird; allein der Urin ist auch weit gesättigter und im Ganzen die Ausscheidung von Harnstoff namentlich bedeutender.

Die Nahrungsmittel im engeren Sinne üben einen ganz besonderen Einfluß aus: der Harn der pflanzenfressenden Thiere ist nicht sauer, sondern alkalisch; er enthält weniger Harnstoff, als derjenige der fleischfressenden, und statt der stickstoffreichen Harnsäure die kohlenstoffreiche aber stickstoffarme Hippursäure. Statt der phosphorsauren Salze enthält der Harn der Pflanzenfresser kohlensaure Salze, statt des Kali hauptsächlich Natron. Es läßt sich erwarten, daß durch Veränderung der Nahrung nach dieser Richtung hin auch der Harn geändert werden kann. Einige Forscher haben Versuche dieser Art an sich selbst angestellt, andere haben Hunde abwechselnd mit verschiedenen Stoffen gefüttert und die Resultate hieraus gezogen. Hier fand man denn, daß bei dem Hungern der Harn dieselbe Zusammensetzung hat, wie bei Fleischnahrung, ein Resultat, welches mit dem bei dem Athmen erhaltenen übereinstimmt, daß aber bei reichlich stickstoffhaltiger Nahrung, wie z. B. bei reiner Fleischnahrung,

der Harnſtoffgehalt des Urines außerordentlich anwuchs. Wurde die Fleiſchnahrung übermäßig, ſo konnte endlich der Harn der Stickſtoffausſcheidung nicht mehr genügen; — die Hunde verbreiteten einen peſtilenzialiſchen Geſtank, und dünſteten offenbar ſtickſtoffhaltige Subſtanzen durch Haut und Lungen aus. Fettnahrung beſchränkt den Umſatz der ſtickſtoffhaltigen Körpertheile; füttert man nur Fett, ſo wird abſolut weniger Harnſtoff abgeſchieden; füttert man Fett mit Fleiſch, ſo nimmt die Harnſtoffmenge zu, während die Umbildung in anderweitige ſtickſtoffhaltige Subſtanzen vermindert wird. Denn man muß wohl ins Auge faſſen, daß die Menge des in dem Harnſtoffe ausgeſchiedenen Stickſtoffes faſt niemals die Menge des mit der Nahrung eingenommenen Stickſtoffes erreicht, und daß bei reiner Fleiſchkoſt, welche gerade hinreicht, um das Körpergewicht in vollkommener Schwebe zu erhalten, nur $^2/_3$ des mit dem Fleiſche eingenommenen Stickſtoffes wieder in Form von Harnſtoff ausgeſchieden werden, $^1/_3$ aber auf anderen Wegen entfernt wird. Reine Pflanzenkoſt hat bei dem Menſchen die Folge, daß die Menge der Hippurſäure ſtärker wird, diejenige des Harnſtoffes vermindert, und die Reaktion des Harnes durch Anhäufung kohlenſaurer Salze alkaliſch wirkt.

Ueber den Uebergang fremder, von Außen eingeführter Stoffe in den Harn hat man vielfache Verſuche angeſtellt. Metalle, welche mit thieriſchen Stoffen unlösliche Verbindungen eingehen, wie Queckſilber, Blei, Eiſen; flüchtige, leicht verdampfende Stoffe, wie ätheriſche Oele, Weingeiſt u. ſ. w., finden ſich niemals im Urine wieder; letztere Stoffe werden durch die für gasförmige Abſcheidungen beſtimmten Organe, die Lungen und die Haut, entfernt. Salze mit unorganiſchen Säuren und Baſen, lösliche Farbſtoffe, viele feſte Riechſtoffe, die nur durch ihre eigene langſame Zerſetzung riechen, wie Moſchus, Bibergeil ꝛc., endlich die organiſchen Baſen Chinin, Cinchonin ꝛc. werden unzerſetzt durch den Harn ausgeſchieden. Andere Stoffe hingegen kommen nur in weſentlich verändertem Zuſtande wieder zum Vorſchein. So wird der in den Nahrungsmitteln enthaltene

freie Schwefel und Phosphor in oxydirtem Zuſtande als ſchwefelſaures und phosphorſaures Salz abgeſchieden; ſo treten die meiſten Salze, welche von einer organiſchen Säure gebildet werden, die eſſigſauren, apfelſauren Salze ꝛc, in dem Urine als kohlenſaure Salze auf. In vieler Beziehung ſind dieſe Veränderungen äußerſt merkwürdig, indem ſie nachweiſen, daß auch innerhalb der Blutbahn nothwendig chemiſche Umſetzungen vorgehen müſſen, und es ſomit wahrſcheinlich machen, daß viele chemiſche Prozeſſe, welche wir in dem Körper beobachten, nicht allein in dem Parenchyme der Organe, während der Ernährung der Gebilde, ſondern auch in dem kreiſenden Blute ſelbſt vor ſich gehen. Man hat in der That nachgewieſen, daß milchſaure Alkalien, in die Venen eines Hundes eingeſpritzt, den Urin in kurzer Zeit alkaliſch machen und darin als kohlenſaures Salz nachweisbar ſind. Ebenſo beobachtet man, daß nach Einſpritzung von Traubenzucker oder Kleiſter in die Venen der Urin nach kurzer Zeit alkaliſch wird. Betrachtet man alle dieſe Veränderungen genauer, ſo zeigt ſich, daß viele Stoffe zwar unverändert in dem Harne wieder auftreten, wenn ſie gleich zuweilen bedeutende Veränderungen im Organismus bewirken; daß diejenigen Subſtanzen aber, welche in verändertem Zuſtande auftreten, faſt alle höher oxydirt, mehr oder minder verbrannt ſind, und dennoch wahrſcheinlich in der Blutbahn ſelbſt durch den Sauerſtoff des arteriellen Blutes verändert wurden.

So viel iſt ein für allemal nachgewieſen, daß den geträumten heimlichen Harnwegen, welche die alten Phyſiologen zum Uebergange der Flüſſigkeiten aus dem Magen in die Nieren annahmen, keine Thatſache zum Grunde liegt. Man hatte den ſchnellen Uebergang verſchiedener Stoffe in den Harn beobachtet, und da in der damaligen Zeit noch keine ſo deutlichen Begriffe über den Mechanismus des Blutlaufes und der Abſonderung vorlagen, ſo hielt man es für unmöglich, daß in ſo kurzer Zeit die Stoffe im Magen und Darmkanal aufgeſaugt, durch die Blutbahn hindurch getrieben und in den Nieren abgeſondert werden könnten. Man hielt deßhalb dafür, daß geheime Wege, Röhren

und Gefäße direkt aus dem Magen in die Nieren führten, welche besonders Getränke aufnähmen und sie dort unmittelbar absetzten. Eine genauere Kenntniß des Blutlaufes, der Auffaugung und Absonderung aber, so wie die anatomische Untersuchung haben gelehrt, daß dergleichen Wege nicht vorhanden seien und daß alle Stoffe, welche vom Magen oder Darmkanal aufgesaugt werden, die Pfortaderzweige und die Lebercapillaren, das rechte Herz, die Lungen, das linke Herz und die Arterien bis zu den Nieren mit dem Blutstrome durchlaufen müssen, ehe sie in dem abgesonderten Harne erscheinen können.

So lang auch dieser Weg scheinen mag, so wissen wir doch aus der Darstellung des Blutkreislaufes, daß die Vollendung eines Umschwunges der Blutmasse in dem Körper nur einer sehr geringen Zeitfrist bedarf. Es darf deßhalb nicht verwundern, wenn man bei Menschen, deren Harnblase durch die oben erwähnte ursprüngliche Mißbildung so geöffnet war, daß die Oeffnungen der Harnleiter dem Blick zugänglich waren, schon wenige Minuten nach der Aufnahme durch den Mund solche leicht lösliche Stoffe in dem abtröpfelnden Harne nachweisen konnte, welche, wie z. B. Blutlaugensalz, eine ausgezeichnete Reaktion besitzen; — andere stark färbende Substanzen z. B. erscheinen meistens erst nach 10—20 Minuten; da aber während dieser Zeit das Blut wenigstens fünfmal im ganzen Körper kreist, so ist diese Schnelligkeit der Absonderung wohl begreiflich.

Die Mechanik der Absonderungen überhaupt ist indeß bei Weitem noch nicht so weit aufgeklärt, als es wünschbar wäre. Es erscheint zwar auf den ersten Blick sehr einfach, anzunehmen, daß die in den Drüsengängen enthaltenen Flüssigkeiten einfach aus den umspinnenden Capillargefäßen ausgeschwitzt sind, allein mit dieser Annahme sind noch nicht alle Erscheinungen hinreichend erklärt. Schon die Fortschaffung des Sekrets an sich erscheint aus den bis jetzt bekannten Thatsachen nicht ohne alles Räthselhafte. Erst in den Ausführungsgängen der größeren Drüsen, den Harnleitern, dem Gallengange ꝛc. können wir im Ring gelagerte unwillkürliche Muskelfasern nachweisen, und

angeſtellte Verſuche ergaben, daß dieſelben wurmförmige Zuſammenziehungen ausüben, wodurch das Sekret nach Außen fortgeſchafft wird. In den Drüſengängen ſelbſt aber, und namentlich in den für die Sekretion bei weitem wichtigeren blinden Enden der Drüſengänge, können keine ſolche Zuſammenziehungen und keine die Bewegung vermittelnde Kraft der Wände nachgewieſen werden. Man hat angenommen, daß die Fortſchaffung des Sekretes dadurch geſchehe, daß ſtets neue Flüſſigkeit in den gefüllten Drüſengang abgeſondert und ſo die vorhandene nach vorn gegen die Oeffnung deſſelben hingeſchoben und in dem Maße, als noch ferner die Abſcheidung fortdauere, auch entleert werde. Es iſt möglich, daß dieſe Fortſchiebung durch ſtete Fortdauer des Abſonderungsprozeſſes exiſtire; allein es ſcheint mir, als habe man zu viel Gewicht darauf gelegt, und ein anderes, meines Erachtens wichtigeres Moment aus den Augen gelaſſen, nämlich die Capillarität der abſondernden Drüſengänge. Alle abſondernden Drüſengänge ſind in der That ſo enge, daß ſie wirkliche Haarröhrchen darſtellen. Man weiß, wie bedeutend die Anziehungskraft zu Flüſſigkeiten in dieſen Capillarröhrchen iſt, und daß dieſelbe genügt, um eine Flüſſigkeit durch einen Capillarheber ſelbſt über ihr Niveau herauszupumpen und auszuleeren. Meines Erachtens ſind die Drüſengänge gleichſam als ſolche Capillarheber zu betrachten, deren eines Ende in die Blutflüſſigkeit taucht, während das andere ſich frei nach außen öffnet, und die Bewegung der Flüſſigkeiten darin muß ſomit nach den für alle Capillarröhren geltenden Geſetzen vor ſich gehen.

Es fragt ſich nun noch, welcher Natur eigentlich der chemiſche Prozeß ſei, der das Produkt der Abſonderung liefert. Es ſtehen hier zwei Meinungen gegenüber, welche beide gewichtige Gründe für ſich aufzuweiſen haben. Nach Einigen ſind die Drüſen einfache Filtrirmaſchinen, beſtimmt, die Abſonderungsprodukte, welche ſchon im Blute vorgebildet ſind, an ſich zu ziehen und nach außen fortzuſchaffen; — nach Andern ſind ſie wirklich ſelbſtthätig in Bereitung des Produktes, ſie erhalten die

Stoffe, deren ſie benöthigt ſind, vom Blute, und durch eine zerſetzende oder bildende Kraft bereiten ſie daraus die chemiſchen Verbindungen, welche wir in den Sekretionen finden. Betrachtet man die Frage als nur für die Funktion der Drüſe ſelbſt geſtellt, ſo käme es dabei nur auf das Mehr oder Minder an. Denn auch die Anhänger der Filtrirtheorie müſſen eine ſpezifiſche Anziehungskraft der Drüſe annehmen, wodurch in der einen Harnſtoff, in einer zweiten Speichelſtoff, in einer dritten Gallenſtoff aus dem Blute angezogen werden, während gewiſſe Stoffe, wie z. B. Eiweiß in den Nieren, von denſelben Drüſengängen zurückgewieſen werden, die andere Stoffe durchlaſſen. Eine ſolche ſpezifiſche Anziehungskraft für beſtimmte Stoffe braucht nur einigermaßen ſtärker zu werden, um wirklich chemiſch zerſetzend und umbildend aufzutreten. Wir kennen in der unorganiſchen Chemie ſchon eine große Menge von Beiſpielen ſolcher Verwandtſchaften zu Verbindungen, deren Elemente zwar vorhanden, welche aber erſt durch eine gewiſſe Umbildung erzeugt werden ſollen, und in der organiſchen Chemie treten dieſe Verwandtſchaften eben ſo häufig auf. Holz z. B. beſteht aus Kohle, Waſſerſtoff und Sauerſtoff, und zwar dieſe letzteren in dem Verhältniſſe, daß ſie mit einander Waſſer bilden. Die concentrirte Schwefelſäure hat eine ungemeine Verwandtſchaft zum Waſſer. Sobald Holz und Schwefelſäure zuſammenkommen, ſo wird erſteres zerſetzt, ſein Waſſerſtoff und Sauerſtoff treten zuſammen um Waſſer zu bilden und die Kohle bleibt zurück; das Holz verkohlt ſich. Chlorcalcium verbindet ſich ebenfalls ſehr begierig mit Waſſer; allein mit Holz zuſammengebracht, übt es keine zerſetzende Wirkung auf das letztere aus; ſeine Verwandtſchaft zum Waſſer iſt nicht ſo ſtark, um eine Bildung dieſes Stoffes auf Koſten des Holzes zu veranlaſſen, während es das ſchon gebildete Waſſer begierig anziehen würde. Man ſieht, es iſt nur die Quantität, das Maß der anziehenden Kräfte, welches hier den Ausſchlag giebt, und ganz ſo verhalten ſich auch die verſchiedenen Eigenſchaften, welche nach den oben angeführten Anſichten den Drüſen zugeſchrieben werden. Eine ſpezifiſche

Anziehungskraft für gewiſſe Stoffe muß den Drüſengeweben zugeſchrieben werden; in höherem Maße gedacht, wirkt ſie ſelbſtthätig bildend, in niederem Grade wirkt ſie nur filtrirend und abſcheidend. Exiſtirte dieſe ſpezifiſche Anziehung nicht, ſo müßten die Sekrete aller Drüſen gleiche Zuſammenſetzung haben, ſie müßten einfach aus durchgeſchwitztem Blutwaſſer beſtehen. Die eigenthümliche Natur einer jeden Abſonderung kann nur von verſchiedenen, den einzelnen Drüſengeweben angehörenden, anziehenden Kräften bedingt werden, und es ſteht wahrſcheinlich der Umſtand damit in Verbindung, daß auch eine jede Drüſe einen ihr eigenthümlich zukommenden Bau hat. Man hat freilich oft geſagt, die anatomiſche Conformation der Drüſe habe keinen Einfluß auf die Natur des Abſonderungsproduktes; man hat ſich hier namentlich auf die ſo mannichfaltig wechſelnden Formen der Drüſen und ihrer abſondernden Kanäle in der Thierreihe berufen. Allein wenn es auch wahr iſt, daß die Leber eines Krebſes mit ihren feinen unabhängigen Röhren der körnigen, compakten Leber eines Säugethieres nicht ähnlich iſt; ſo muß auch anderſeits bedacht werden, daß eben Krebsgalle und Ochſengalle auch nicht einander allzu ähnlich ſehen, und daß ſicher die Zuſammenſetzung dieſer beiden Flüſſigkeiten eben ſo verſchieden iſt, als ihre Farbe. Wir finden als durchgreifendes Geſetz in der Phyſiologie, daß Form und Funktion einander wechſelſeitig bedingen, daß identiſch gebaute Organe gleiche Funktionen, verſchieden wirkende auch unähnlichen Bau haben; dies Geſetz gilt auch für die Drüſen. Daß dieſe Unterſchiede des Baues oft in den kleinſten Einzelheiten geſucht werden müſſen, geht aus der Natur der Sache hervor.

Für die Meinung, welche man von dem Abſonderungsprozeſſe in den Drüſen an ſich hegt, könnte es demnach ziemlich gleichgültig ſein, ob wir die der Drüſe einwohnende Kraft in größerer oder geringerer Potenz wirkend annehmen. Für den Ernährungsprozeß im Allgemeinen aber muß die ſcharfe Entſcheidung dieſer Frage von der höchſten Wichtigkeit ſein; denn wenn es wahr iſt, daß die Abſonderungsprodukte ſchon im Blute

vorgebildet enthalten ſind, ſo können ſie auch nur durch den Umſatz der Organe erzeugt worden ſein und müſſen demnach eine nothwendige Folge des Stoffwechſels der Gebilde ſein. Dafür ſprechen denn auch viele durch die analytiſche Chemie gelieferten Thatſachen. Man weiß, daß die Blutmaſſe normal eine gewiſſe Quantität der eigenthümlichen, in den Abſonderungsprodukten vorkommenden Stoffe mit ſich führt; — wir finden den Harnſtoff, den Gallenfarbſtoff normal in der Blutflüſſigkeit, und von erſterem weiß man mit Sicherheit, daß ſeine Menge darin zunimmt, ſobald man die Nieren ausſchneidet. Man weiß, daß Galle und Harnſtoff an anderen Orten des Körpers abgelagert werden, ſobald ihre betreffenden Drüſen durch krankhafte Verhältniſſe ganz oder theilweiſe unbrauchbar werden; es kann demnach nicht geläugnet werden, daß die genannten ſpezifiſchen Abſonderungsprodukte nicht durchaus in ihren betreffenden Drüſen bereitet, ſondern ihnen wenigſtens theilweiſe ſchon fertig gebildet vom Blute geboten werden. Auf den erſten Anblick ſcheint dieſer Schluß freilich unumſtößlich; allein es fragt ſich, ob er auch allgemein gültig ſei, und die Meinung der Phyſiologen ſcheint ſo ziemlich ſich dahin fixirt zu haben, daß er dies nicht ſei, und daß das Abſonderungsprodukt theilweiſe ſchon im Blute fertig gebildet ſei, theilweiſe erſt in der Drüſe bereitet werde. Man ſtützt ſich bei Verfechtung dieſer Anſicht namentlich auf den Umſtand, daß nach Entfernung der Nieren z. B. die Menge des Harnſtoffes im Blute bei weitem geringer ſei, als ſie ſein müßte, wenn aller Harnſtoff im Blute angehäuft ſich fände, welcher in derſelben Zeit im normalen Zuſtande wäre ausgeleert worden. Man fand 10 Tage nach der Exſtirpation der Nieren bei einem Hunde in 3 Pfund Blut nur 4,88 Gran Harnſtoff. Geſetzt, der Hund habe 12 Pfund Blut gehabt, was gewiß ein viel zu hoher Anſchlag iſt, ſo würden immerhin in der ganzen Blutmaſſe nur 19,52 Gran Harnſtoff enthalten geweſen ſein. Daß dies offenbar für eine zehntägige Harnſekretion viel zu wenig iſt, daß der Hund in geſundem Zuſtande wenigſtens die ſechsfache Menge Harnſtoff in derſelben

Zeit ausgeschieden haben würde, ist leicht einzusehen. Allein aus dieser Thatsache den Schluß ziehen zu wollen, daß die Nieren die fehlende Menge Harnstoff während des normalen Zustandes würden gebildet haben, dies halte ich für fehlerhaft. Denn die Exstirpation der Nieren ist ein unfehlbar tödtlicher Eingriff und die Operation an sich schon eine gefährliche Verwundung. Das so behandelte Thier kommt entsetzlich herunter, und wenn man es gar noch nach der Operation der Nahrung beraubt, so ist die ganze Lebensthätigkeit auf ein Minimum beschränkt. Daß die Ernährung und Metamorphose der Gebilde nicht wie im normalen Zustande fortgehen, beweist auch schon der unausbleiblich erfolgende Tod. Die Ursache der geringeren Bildung von Harnstoff braucht demnach nicht in den fehlenden Nieren gesucht zu werden, sie kann eben so gut in dem fehlerhaft stattfindenden Stoffwechsel liegen. Ich weiß wohl, man hat mit solchen Erklärungen der mangelnden Metamorphose und des fehlerhaften Stoffwechsels viel Unfug getrieben und man war damit gar manchmal schnell bei der Hand, um sich einer unbequemen Thatsache zu entledigen. Allein daß der Tod nach Exstirpation der Nieren eine Folge der krankhaften Ernährungserscheinungen ist, dies gerade ist eine Thatsache, und daß die Harnstoffbildung mangelhaft werden muß, wenn ihre Ursache, die Ernährung und der dadurch bedingte Umsatz der Gebilde, mangelhaft ist, dies kann nicht in Zweifel gezogen werden.

Es scheint mir, es dürften hier noch andere analoge Verhältnisse mit zu Rathe gezogen werden. Die Lungen sind offenbar ebenfalls Drüsen, deren Sekret sich nur dadurch von denen der übrigen Absonderungsorgane unterscheidet, daß es gasförmig ist. Wir haben oben gesehen, daß dieses gasförmige Produkt, die Kohlensäure, schon in dem Blute vorgebildet enthalten ist, daß sie nicht, wie man früher glaubte, in den Lungen entsteht, sondern einfach darin abfiltrirt wird. Die Kohlensäure findet sich in dem venösen Blute; sie ist darin als Zersetzungsprodukt der thierischen Gebilde; sie stammt von der Metamorphose des Muskelfleisches, des Fettes, der übrigen Substanzen des thieri-

ſchen Körpers. Wenn man ein Thier in reinem Stickgaſe athmen und darin zu Grunde gehen läßt, ſo haucht es gegen das Ende ſeines Lebens weniger Kohlenſäure aus, als im Anfange, und das Maß der im Stickgas ausgehauchten Kohlenſäure iſt gewiß weit geringer, als das während eines gleichen Zeitraumes in atmoſphäriſcher Luft ausgehauchte. Es wird wohl Niemanden einfallen wollen zu ſagen, die fehlende Menge Kohlenſäure werde in normalen Verhältniſſen durch die Lungen gebildet; Jedermann wird den Grund dieſes Mangels in dem fehlerhaften Umſatze der Theile finden. Sollen für die Nieren, wo dieſelben faktiſchen Anhaltspunkte gegeben ſind, andere Schlußfolgen bedingt ſein?

Faſſen wir indeß die als Thatſache feſtſtehende Entſtehung der Kohlenſäure aus dem Umſatze der Gebilde näher ins Auge, ſo kommen wir ſogar zu dem Schluſſe, daß durch ihre Bildung nothwendig auch die des Harnſtoffes oder eines ähnlichen, ſehr ſtickſtoffreichen Körpers gegeben ſein müſſe. Die meiſten Beſtandtheile unſeres Körpers, wie Muskelfleiſch, Sehnenſubſtanz u. ſ. w., enthalten alle eine ziemlich bedeutende Menge Stickſtoff, und nur die Fettarten, die aber auch zu den in wandelbarer Menge angehäuften Subſtanzen des Körpers gehören, entbehren des Stickſtoffes. Wird nun durch die Zerſetzung dieſer ſtickſtoffhaltigen Subſtanzen ein Theil ihres Kohlenſtoffes in Kohlenſäure verwandelt, ſo muß nothwendig ein Körper überbleiben, der an Stickſtoff weit reicher iſt, als das zerſetzte Muskelfleiſch, und ein ſolcher Körper iſt uns in dem Harnſtoffe gegeben. Hundert Gewichttheile Muskelfleiſch enthalten nur 15,72 Theile Stickſtoff, während in 100 Theilen Harnſtoff 46,48 Gewichttheile Stickſtoff enthalten ſind. Wenn aber durch die Bildung der Kohlenſäure aus Muskelfleiſch ſomit die Entſtehung eines ſtickſtoffreichen Körpers nothwendig bedingt iſt, wenn die Gegenwart eines ſolchen, des Harnſtoffes, im Blute und im Sekrete der Nieren erwieſen iſt, ſo ſcheint mir, als könne man über ſeinen Urſprung nicht länger zweifelhaft ſein. Daß die im Blute enthaltene Menge ſo äußerſt gering iſt, daß ſie bei den gewöhnlichen

Analyſen ganz der Beobachtung ſich entzieht, dies darf nicht befremden, denn es läßt ſich durch eine leichte Rechnung nachweiſen, daß das Blut nur 0,2 Prozent ſeines Gewichtes Harnſtoff zu enthalten braucht, um allen Harnſtoff bei ſich aufgelöſt zu haben, der in 24 Stunden abgeſondert wird. Da aber der Umſatz der Gebilde ſtetig fortgeht und das Blut in beſtändigem Kreislaufe begriffen iſt, mithin ſich ſtets ſeines Harnſtoffes in den Nieren entladen und neuen aus den Gebilden aufnehmen kann; da das Blut ferner in 24 Stunden wenigſtens 720mal im Körper umläuft, ſo iſt leicht zu berechnen, daß es bei jedem Umlaufe nur 0,00025 Prozente Harnſtoff aufzunehmen, und eben ſo viel in den Nieren abzuſetzen braucht, um die täglich ſecernirte Harnſtoffmenge zu liefern. Ein ſich ſtets erneuernder Gehalt von 0,00025 Prozent Harnſtoff im Blute würde demnach zum normalen Harnſtoffverbrauch hinreichen. Solche kleine Mengen aber verſchwinden nothwendig bei der Analyſe, und höchſtens Stoffe mit ſo ausgezeichneten Reaktionen, wie der Harnſtoff, laſſen ſich noch in ſo geringen Quantitäten erkennen.

Es fehlt indeß nicht ganz an direkten Verſuchen, welche für die Thätigkeit der Drüſen als Filtrirmaſchinen zu ſprechen ſcheinen. Der Magen hat bekanntlich ein ganz eigenthümliches Sekret, den Magenſaft, der von den unendlich vielen Labdrüschen geliefert wird, die in der Dicke ſeiner Schleimhaut eingebettet liegen. Sobald Nahrungsmittel in den Magen kommen, ſo röthet ſich die Schleimhaut vom größeren Blutandrange; während ſie vorher bleich und ſchlaff war, turgeszirt ſie jetzt und überall bricht aus den Drüſenöffnungen der ſauere Magenſaft in Tröpfchen hervor und lagert ſich wie ein Thau auf der inneren Fläche ab. Dieſelben Erſcheinungen laſſen ſich beobachten, wenn man unmittelbar nach dem Tode des Thieres, welches zu dem Verſuche dient, warmes Blut in die Magengefäße ſpritzt. Die Sekretion hat dabei ihren Fortgang, wie wenn das Thier noch lebte, und es iſt leicht, nachzuweiſen, daß der ſich bildende Magenſaft nicht in den Drüſen vorhanden war, ſondern erſt aus dem eingeſpritzten Blute abgeſchieden wird.

Wenn man nämlich ein leicht zu erkennendes Salz dem Blute, welches man injicirt, beimiſcht, ſo findet ſich dieſes ſogleich in dem abgeſchiedenen Magenſafte wieder. Ich weiß wohl, daß man dieſen Verſuchen den Vorwurf machen könnte, ſie wären nicht entſcheidend, indem das eingeſpritzte Blut eben ſo gut nur als Reiz dienen könne, welcher die bildende Thätigkeit der Magendrüſen noch nach dem Tode anſporne; allein wie man auch die Sache anſehen möge, ſo helfen doch die zuletzt angeführten Thatſachen mit zur Conſtruirung eines Beweiſes, den ſie allein nicht liefern können.

Die meiſten Sekrete der Drüſen ſind demnach im Blute vorgebildet und die Drüſen ſelbſt nur Filtrirapparate, mit eigenthümlicher Anziehungskraft für ihre ſpezifiſchen Abſonderungsſtoffe begabt, und andererſeits dem Durchgange mancher in dem Blut aufgelöſter Stoffe verſchloſſen. Die meiſten Drüſenſäfte ſind eiweißhaltig und offenbar ſtammt dieſes Eiweiß aus dem Blute. Warum enthält nun der Harn, der doch unmittelbar aus dem Blute ſo vieles Waſſer filtrirt, in normalem Zuſtande kein Eiweiß? Offenbar doch deßhalb, weil das eigenthümliche Gewebe der Harnkanälchen ſich dem Durchtritte des Eiweißes widerſetzt. Sobald ſich aber die Verhältniſſe auf der einen oder anderen Seite ändern, ſobald das Nierengewebe krank wird oder das Blut eine andere Miſchung erhält, wie z. B. nach Einſpritzung bedeutender Waſſermengen in eine Ader, und in vielen Krankheiten, ſo tritt der Eiweißgehalt in dem Harne auf und erhält ſich ſo lange, als die abnormen Verhältniſſe überhaupt beſtehen. Es ſichern dieſe Anſchauungen durchaus nicht die Annahme der Folgerungen, welche man aus den ſchon oben erwähnten Beobachtungen über die Struktur der Drüſen ziehen kann. Es iſt ſehr leicht möglich, daß in einer und derſelben Drüſe zwei verſchiedene Vorgänge Statt finden können, daß gewiſſe Beſtandtheile, wie z. B. Waſſer, die darin aufgelöſten Salze, das Eiweiß, unmittelbar aus dem ſtrömenden Blute in die Drüſenkanälchen übergehen, daß dagegen die ſpezifiſchen Abſonderungsſtoffe nur durch die Drüſenzellen angezogen und

nur mittelſt dieſer aus dem Blute filtrirt werden können. Bei den Nieren deutet, wie ſchon bemerkt, ſogar die Anordnung der Blutgefäße im Verhältniß zu den Harnkanälchen auf eine ſolche Theilung der Filtrirarbeit hin.

Eine einzige Ausnahme von dem erwähnten Satze dürfen wir hier nicht unberückſichtigt laſſen. Unſere Anſicht ſteht für diejenigen Drüſen feſt, welche aus dem arteriellen Blute geſpeiſt werden, d. h. aus Blut, welches, aus den Körperorganen kommend, ſich ſeiner Kohlenſäure ſchon in den Lungen entladen hat. Denn all dies aus dem Körper zurückſtrömende, mit den Zerſetzungsprodukten geſchwängerte Blut hat auf ſeiner Bahn durch die Venen, das rechte Herz, die Lungen und das Arterienherz nirgends Organe angetroffen, in welche es andere feſte oder flüſſige Stoffe hätte aufnehmen können, als die durch Zerſetzung der Körperſubſtanz ſelbſt dargebotenen. Anders verhält es ſich wahrſcheinlich mit einer, auch, wie ſchon erwähnt, in anatomiſcher Hinſicht exceptionellen Drüſe, der Leber. Sicherlich beruht die bekannte Anordnung, daß alles vom Darmkanale zurückkehrende Blut ſich in der Pfortader ſammelt und ehe es in das venöſe Herz eintritt erſt in den Capillargefäßen der Leber kreiſt, auf einem tiefen Grunde. Die Venen des Darmes nehmen eine große Menge von Stoffen aus den verdauten Nahrungsmitteln auf und bringen dieſe in den Blutkreislauf. Daß dieſe Stoffe erſt durch die Leber paſſiren müſſen, zeigt darauf hin, daß ſie ebenfalls in Beziehung zu der Gallenſekretion ſtehen, daß ſie zu der Gallenbereitung mit thätig ſind. Hinſichtlich der Gallenſäuren, die, wie wir ſahen, einige der weſentlichſten Beſtandtheile der Galle ausmachen, ſcheint es nachgewieſen, daß ſie im Blute ſelbſt gebildet werden. Die Cholſäure wurde, wenn auch in ſehr geringer Quantität, in dem Blute eines geſunden Ochſen aufgefunden. Dagegen wiſſen wir mit Sicherheit, daß der Zucker, den die Lebervenen in reichlicher Menge führen, in dem Pfortaderblute nicht enthalten iſt, daß er auch bei Fröſchen, denen man die Leber weggenommen hat, nicht in dem Blute vorkommt, und daß er ſonach in der Leber ſelbſt gebildet wird.

Nicht minder geht aus der vergleichenden Unterſuchung des Pfortader- und Lebervenenblutes hervor, daß ein Theil des Eiweißes, beinahe der ganze Faſerſtoffgehalt und faſt alle Oelſäure, die in dem Pfortaderblute enthalten waren, in der Leber verſchwinden und offenbar zu der Gallebereitung benutzt werden. So möchte man denn wieder auf die Leber als alleinige Bildungsſtätte der Galle ſchließen. Wenn man aber dann berückſichtigt, daß bei entleberten Fröſchen keine Gallenbeſtandtheile im Körper gefunden wurden, ſo dürfte man hierin wieder eine Rechtfertigung der Anſicht erblicken, daß die Galle auf Koſten des Pfortaderblutes und der in daſſelbe übergegangenen Stoffe gebildet wird. Dem ſteht aber dann wieder entgegen, daß das Kind im Mutterleibe, das doch gewiß keine Stoffe von außen erhält, dennoch Galle abſondert, die in den erſten Tagen nach der Geburt als Kindspech (Meconium) ausgeleert wird, und ſo würden wir uns am Ende zu der Anſicht bekennen, daß hier ein verwickelter Prozeß Statt findet, und gewiſſe Theile der Galle im Blute vorgebildet, andere in der Leber neu erzeugt ſind.

Siebenter Brief.

Die Auffaugung.

Alle Gewebe unſeres Körpers, ſo feſt oder trocken ſie auch erſcheinen mögen, ſind dennoch beſtändig von Flüſſigkeit durchtränkt. Die Wandungen der Gefäße, innerhalb welcher das Blut und die Lymphe unſeres Körpers ſich bewegen, ſind durchdringlich für wäſſerige Stoffe, und daß dieſe Durchdringung beſtändig Statt finde, dies lehrt die tägliche Erfahrung. In dieſem ſo äußerſt einfachen Verhältniſſe aber iſt der ganze Prozeß der Ernährung, der Abſonderung, der Auffaugung begründet; denn alle Wechſelwirkungen zwiſchen den einzelnen Subſtanzen und Geweben des Körpers geſchehen nicht unmittelbar, ſondern werden durch feuchte Membranen vermittelt. Die Blutbahn iſt überall in ſich abgeſchloſſen; nirgends exiſtirt eine offene Mündung eines Gefäßes; die Lymph- und Chylusgefäße ſind ebenfalls, wenigſtens der Meinung der meiſten Forſcher zu Folge, von allen Seiten geſchloſſene Röhren; der Verdauungskanal iſt nur nach Außen, nirgends in die Gewebe des Körpers geöffnet, die abſondernden Kanäle befinden ſich in demſelben Falle, ſie ſtehen nur mit der äußeren Oberfläche, nicht aber mit den Blutgefäßen, aus welchen ſie ihr Sekret ziehen, in unmittelbarem Zuſammenhange. Der Uebergang von Stoffen aus dem Darmkanale in das Blut oder die Lymphe und aus der Blutbahn in die abſondernden Organe, mit einem Worte, der ganze vegetative Lebensprozeß wäre demnach eine reine Unmöglichkeit, wenn nicht

alle dieſe Röhren, Kanäle und Flächen in ſolcher Art gewebt wären, daß Flüſſigkeiten durch ſie hindurchdringen und der Stoffwechſel auf dieſe Weiſe vor ſich gehen könnte.

Jedermann weiß aus der täglichen Erfahrung, daß trockene organiſche Stoffe in wäſſerige Flüſſigkeiten gelegt eine gewiſſe Quantität davon anſſaugen, und durch dieſe Auſſaugung ſelbſt ein bedeutenderes Volumen einnehmen oder quellen. Dieſe Quellung verändert in der einflußreichſten Weiſe die phyſikaliſchen Verhältniſſe der Organe, namentlich ihre Elaſticität und Dehnbarkeit, und es iſt nicht zu viel geſagt, wenn man behauptet, daß ohne die beſtändige Durchdringung unſerer ſämmtlichen Organgewebe mittelſt der aus dem Blute ausgeſchwitzten Flüſſigkeit ſowohl vegetatives Leben als Bewegung des Organismus durchaus unmöglich wäre. Das Maß von Flüſſigkeit, welches die einzelnen Gewebe bei der Quellung aufnehmen, iſt ſehr verſchieden, je nach der Zuſammenſetzung der Flüſſigkeit ſelbſt, ſowie nach dem Zuſtande, in welchem ſich das Gewebe befindet. So hat man, um nur ein Beiſpiel anzuführen, gefunden, daß ein Gewichtstheil trockenes Sehnengewebe in 24 Stunden beinahe das Doppelte ſeines Gewichtes an Waſſer, etwa ein gleiches Gewicht Salzwaſſer, aber nur $\frac{1}{10}$ Oel in ſich aufnimmt. Fleiſch nimmt um ſo weniger Salzwaſſer an, je ſtärker der Gehalt deſſelben an Salz iſt, und darauf beruht auch die in Haushaltungen bekannte Erſcheinung, daß bei dem Einpöckeln des Fleiſches das Salz aus dem Fleiſch Waſſer herauszieht und eine Salzlacke gebildet wird, auch ohne daß man Waſſer hinzuſchüttet. Das friſche Fleiſch, welches mit wenig eiweißhaltigem Waſſer der Blutflüſſigkeit vollſtändig durchtränkt iſt, kann nicht die gleiche Menge von geſättigtem Salzwaſſer aufnehmen, und es wird demnach durch den Salzgehalt ein Ueberſchuß von Waſſer aus dem Fleiſche herausgepreßt. Ganz der gleiche Vorgang findet in unſerem Darmkanale Statt, wenn wir z. B. ſtark geſalzene Speiſen oder ein ſalzhaltiges Laxirmittel nehmen. Es wird der inneren Darmhaut oder vielmehr dem darin cirkulirenden Blute eine gewiſſe Menge von Flüſſigkeit ſo lange entzogen,

bis die im Darm befindliche Masse dem Quellungsgrade der Darmhaut entspricht.

Die Quellung und vollständige Durchdringung der organischen Gewebe mit Flüssigkeit ist die erste und nothwendige Bedingung des beständigen Stoffumsatzes, welcher in dem Organismus vor sich geht. Die thierischen Häute sind alle, mit wenigen Ausnahmen, aus Fasern gewebt, zwischen welchen Blutgefäße, Nervenfäden und Lymphgefäße in mancherlei Maschennetzen sich durchschlingen. Die Zwischenräume, welche das Gewebe bildet, bieten den hauptsächlichsten Hebel der Austauschungen dar, welche in dem Innern des Parenchyms vor sich gehen. Sobald nämlich eine thierische Haut auf beiden Seiten mit Flüssigkeiten in Berührung kommt, die unter sich irgend eine Verschiedenheit bieten, mag diese Verschiedenheit nun qualitativ oder quantitativ sein, so geschieht ein Austausch der Bestandtheile zwischen beiden Flüssigkeiten, der durch das Gewebe der Haut selbst vermittelt wird und so lange anhält, bis das Gleichgewicht auf beiden Seiten hergestellt ist. Man hat diese Erscheinung Endosmose genannt, und vielfache Versuche, die größtentheils in der neuesten Zeit angestellt wurden, haben uns diese Erscheinung in mannichfaltigster Weise kennen gelehrt. Doch sind viele dieser Versuche mehr physikalisch als physiologisch wichtig, indem man meist nur die Gegenwirkung einfacher Substanzen untersucht und dabei außer Augen gelassen hat, daß in dem lebenden Körper stets nur Flüssigkeiten von sehr complicirter Beschaffenheit in Wechselwirkung treten. Ebenso sind die meisten Versuche mit Flüssigkeiten angestellt, die beiderseitig im Zustande der Ruhe sich befanden, während im Körper meist doppelt bewegte oder wenigstens einseitig bewegte Flüssigkeiten auf einander wirken. So können wir denn wohl sagen, daß trotz vielfacher Untersuchungen über die Endosmose und trotz der Kenntniß der physikalischen Grundgesetze derselben dennoch gerade die Anwendung dieser Grundgesetze auf die Vorgänge im Organismus noch vielfachen Schwierigkeiten und Dunkelheiten unterliegt. Die Erscheinung der Endosmose an sich ist ungemein leicht zu beobachten. Man

braucht zu diesem Ende nur ein Stück von dem Darme eines Thieres an beiden Enden zuzubinden, nachdem man es schlaff mit Weingeist gefüllt hat, und es dann in ein Gefäß mit Wasser zu legen. Bald schwillt das Darmstück an, es füllt sich vollständig, und wenn man, ehe es durch übermäßige Anfüllung platzt, die darin angehäufte Flüssigkeit untersucht, so findet man, daß sie aus wässerigem Weingeiste besteht. Das Wasser ist mithin von außen her durch die Darmhäute in die innere Höhle gedrungen und hat sich mit dem darin befindlichen Weingeiste gemischt. Allein das Wasser in der Schüssel, in welcher der Darm lag, bietet einen schwachen alkoholischen Geschmack dar, und es ergiebt sich, daß auch einiger Weingeist nach außen gedrungen und sich mit dem Wasser gemischt hat. Es ist mithin durch die Darmhaut ein wirklicher Austausch zwischen den beiden Flüssigkeiten vermittelt worden, wodurch eine jede derselben Bestandtheile von der andern erhalten hat; nur mit dem Unterschiede, daß die eine mehr, die andere weniger empfing und ein einseitiges Uebergewicht Statt hat. Man hat deßhalb nicht mit Unrecht die Endosmose eine Einsaugung mit doppelter Strömung genannt, wobei meist der eine Strom mächtiger ist, als der andere.

Die hauptsächlichste Bedingung, welche zur Existenz einer solchen doppelten Strömung nöthig ist, betrifft die chemischen Eigenschaften der Flüssigkeiten, welche man mit der Membrane in Berührung bringt. Es ist leicht einzusehen, daß Stoffe, welche das Gewebe der Membran zerstören oder ihre Porosität durch Verbindung mit ihren Elementen aufheben, daß solche Stoffe auch unfähig sind, endosmotische Erscheinungen hervorzubringen. So kann z. B. eine Mineralsäure, wie etwa Schwefelsäure, in verdünnten Auflösungen endosmotisch durchgeführt werden, während sie in concentrirtem Zustande die Membran zerstört und keiner Endosmose fähig ist. Eine Vergiftung mit Nordhäuser Schwefelsäure, die bei dem Gebrauche der letzteren zu verschiedenen Gegenständen der häuslichen Oekonomie leider nicht selten vorkommt, tödtet nicht dadurch, daß, wie bei Opium oder einem anderen Gifte dieser Art, der verderbliche Stoff in

das Blut aufgenommen wird und von hieraus wirkt; ſondern ſie tödtet durch Zerſtörung der Schleimhäute des Mundes und Magens und durch die brandige Entzündung, welche die nothwendige Folge einer ſolchen Zerſtörung iſt.

Ein zweiter wichtiger Grundſatz iſt der, daß die Flüſſigkeiten, welche endosmotiſch durch eine Membran gehen ſollen, mit der Flüſſigkeit, welche dieſe Membran ſelbſt tränkt, miſchbar ſein müſſen. Eine mit Waſſer getränkte thieriſche Haut kann noch ſo lange mit Oel in Berührung ſtehen, es wird kein Tropfen der fettigen Flüſſigkeit durch ſie hindurchdringen, eben weil Oel und Waſſer nicht mit einander miſchbar ſind; ebenſo werden mit Oel und Fett getränkte Membranen wäſſerigen Flüſſigkeiten keinen Durchgang geſtatten. Es leidet indeß dieſes Geſetz eine Ausnahme, ſobald die Fette ſo fein zertheilt ſind, daß ſie durch die Poren hindurchdringen können, ein Durchgang, der dann beſonders erleichtert wird, wenn ſich die aufs Feinſte zertheilten Fette milchartig in Flüſſigkeiten aufgeſchwemmt finden, welche verſeiftes Fett in Auflöſung enthalten. Wir haben bei der Darſtellung der Verdauungsthätigkeit geſehen, daß bei weitem nicht alles im Darmkanal aufgenommene Fett verſeift wird, ſondern daß das meiſte in mechaniſch fein zertheiltem Zuſtande in die Blut- und Lymphgefäße übergeführt wird. Wäre dies nicht der Fall, ſo würde die Aufnahme unverſeifter Fette überhaupt unmöglich ſein, da alle thieriſchen Gewebe ſtets mit eiweißhaltiger wäſſeriger Flüſſigkeit durchtränkt ſind. Indeß iſt damit, daß ein Uebertritt in größeren Tropfen nicht Statt finden kann, dennoch nicht geſagt, daß wäſſerige und fette Flüſſigkeiten ganz ohne Einwirkung auf einander ſeien; man hat im Gegentheile gefunden, daß dieſe Flüſſigkeiten, auch ohne ſich zu miſchen, dennoch diejenigen Stoffe unter einander austauſchen, welche in beiden lösbar ſind.

Zur Herſtellung einer endosmotiſchen Strömung genügt, wenn die beiden genannten Bedingungen erfüllt ſind, eine jede Verſchiedenheit zwiſchen den beiden Flüſſigkeiten, mag dieſelbe nun durch ihre Zuſammenſetzung oder ihre Dichtigkeit gegeben

ſein. Auflöſungen von chemiſch verſchiedenen Stoffen tauſchen ſich eben ſo gut unter einander aus, als Auflöſungen deſſelben Stoffes, welche einen verſchiedenen Concentrationsgrad beſitzen. Eine ſchwache Auflöſung von Eiweiß auf der einen, eine ſtarke Löſung auf der anderen Seite werden ſich ſo lange mit einander austauſchen, bis beide zu derſelben Dichtigkeit gelangt ſind, und zwar wird der Hauptſtrom von der wäſſerigen Flüſſigkeit gegen die concentrirte Statt haben. Es giebt dieſe Erſcheinung den Schlüſſel zu der ſchnellen Aufnahme wäſſeriger Flüſſigkeiten innerhalb des Darmkanales. Getränke verſchwinden faſt augenblicklich, und nach einigen Augenblicken erſcheinen ſie, ausgeſchieden aus dem Blutſtrome, im Harne. Man kann nun aber das Blut füglich als eine Auflöſung von Eiweiß und Faſerſtoff betrachten, als eine Flüſſigkeit von einer Concentration, die weit bedeutender iſt, als die der meiſten unſerer Getränke. Sobald dieſe letzteren in dem Magen angelangt ſind, ſo entſteht ein lebhafter endosmotiſcher Strom in die Blutgefäße, und die Flüſſigkeit wird ſo lange in den Blutſtrom hinübergeriſſen, bis ſie auf gleichem Dichtigkeitsgrade mit dem Blute ſteht. Die große Schnelligkeit, womit dieſer ganze Vorgang ſich vollendet, iſt leicht erklärlich aus der ungemeinen Dünne und Zartheit der Membranen, durch welche der Austauſch vor ſich geht. Die Capillaren und die Lymphgefäße, welche ihre Netze in den Falten der Magenſchleimhaut, in den Zotten des Darmes bilden, ſind aus äußerſt zarten Häuten gewebt, und die darüber gezogene Decke von Zellen, welche die äußerſte Lage der Zotten bildet, iſt ebenfalls nur dünn und ſehr porös. Je feiner aber eine die Endosmoſe vermittelnde Haut iſt, deſto ſchneller geht der Austauſch zwiſchen zweien, dieſelbe berührenden Flüſſigkeiten vor ſich.

Verſuche der neueſten Zeit haben nachgewieſen, daß auch der Bau der Häute einen weſentlichen Einfluß auf die Schnelligkeit des Austauſches in gewiſſer Richtung habe. Der Hauptſtrom geht, wie ſchon oben bemerkt wurde, bei Auflöſungen derſelben Subſtanz von verſchiedenem Dichtigkeitsgrade von der

ſchwächeren Löſung nach der concentrirteren hin. Man hat nun bemerkt, daß in jeder Membran eine gewiſſe Richtung vorherrſcht, nach welcher hin die Endosmoſe ſchneller und leichter vor ſich geht. So hat man beobachtet, daß bei Anwendung der äußeren Haut der Austauſch weit ſchneller und mit weit größerer Intenſität vor ſich geht, wenn die concentrirte Löſung auf der äußeren, die ſchwächere auf der inneren ſich findet, der Strom mithin von Innen nach Außen geht, als wenn der umgekehrte Fall eintritt; bei gewiſſen Schleimhäuten hat man bemerkt, daß der Strom leichter von Außen nach Innen geht. Es verſprechen dieſe Verſuche, wenn ſie weiter fortgeſetzt werden und ihr Prinzip ſich beſtätigt, wichtige Aufſchlüſſe über die Natur gewiſſer Häute, und wenn nachgewieſen werden könnte, daß in allen abſondernden Membranen der Strom leichter von Innen nach Außen, in allen aufſaugenden dagegen in umgekehrter Richtung vor ſich geht, ſo würde dies ein unerwartetes Licht auf die Erſcheinungen der Abſonderung und Aufſaugung werfen.

Von bedeutendem Moment iſt noch, wie man ſich leicht denken kann, die Strömung und Bewegung der Flüſſigkeit, und es kann dieſelbe in der That manche andere beſtimmende Momente der Stromesrichtung mehr oder minder bedeutend modifiziren. Ruht eine Flüſſigkeit, während eine andere an der trennenden Scheidewand ſich hinbewegt, ſo wird die Tendenz des endosmotiſchen Stromes ſchon deßhalb nach der bewegten Flüſſigkeit gehen, weil ſtets neue Theile derſelben mit der Scheidewand in Berührung kommen, und wenn die Geſchwindigkeit bedeutend genug iſt, um einer vollſtändigen Sättigung entgegen zu wirken, ſo wird auch die Aufnahme aus der ruhenden Flüſſigkeit um ſo ſchneller vollendet ſein. Die günſtigſten Beziehungen dieſer Art ſind an dem Darm wie an der Lunge entwickelt, wo das in ſtetem Umſchwunge befindliche Blut, in tauſend Röhren vertheilt, ſchnell genug umhergetrieben wird, um die in den Hohlräumen der genannten Organe befindlichen luftförmigen oder flüſſigen Maſſen als ruhend erſcheinen zu

laſſen. Die Auffaugung iſt deßhalb weſentlich in beiden Organen durch dies einfache Verhältniß der Blutgefäße begünſtigt, und bei den Lungen iſt dieſe Begünſtigung noch größer, als bei dem Darme, weil die Blutgefäßmaſchen in den Lungen außerordentlich eng, die Haargefäße ſelbſt aber verhältnißmäßig weit und ihre Wände äußerſt dünn ſind. Es iſt deßhalb auch vollkommen gleichgültig, ob man eine Subſtanz, ein Gift z. B., direkt in den Blutſtrom oder in die Lungen ſpritzt, da die Aufſaugung in den Lungen in unmeßbar geringer Zeit geſchieht. Es erklärt ſich aber auch aus demſelben Umſtande, weßhalb giftige Dämpfe und Gasarten, die der atmoſphäriſchen Luft beigemengt ſind und geathmet werden, ſo außerordentlich gefährlich ſind, und ſelbſt in kleinen Mengen bedeutende Wirkungen auf den Organismus hervorbringen. Nicht minder erklärt ſich aus der Einrichtung, die am Darme Statt findet, der Umſtand, daß manche Beobachter bei lebenden Thieren keine Erſcheinungen der Endosmoſe wahrnehmen konnten. Verſuche dieſer Art wurden in folgender Weiſe gemacht. Man öffnete die Unterleibshöhle eines lebenden Thieres, iſolirte ein Stück Darm, in das man die wäſſerige Auflöſung eines leicht erkennbaren Salzes ſpritzte, unterband das Darmſtück auf beiden Seiten, ſo daß die Flüſſigkeit nicht in den übrigen Darm eindringen konnte, und brachte Alles in die Bauchhöhle zurück. Nach einer halben Stunde etwa zog man die unterbundene Darmſchlinge wieder hervor und unterſuchte, ob die eingeſpritzte Flüſſigkeit auf die Außenfläche des Darmes durchgedrungen ſei. Man erhielt, wie ſich von ſelbſt verſteht, ein negatives Reſultat. Blutgefäße und Lymphgefäße hatten begreiflicher Weiſe das in die Darmhaut Eingedrungene fortgeſchafft, da die Bewegung der in ihnen enthaltenen Flüſſigkeiten in keiner Weiſe geſtört worden war.

Betrachten wir den Darmkanal im Großen, ſo erſcheint er als ein enges, in die Länge gezogenes Rohr, auf deſſen innerer Oberfläche ein außerordentlicher Reichthum von Capillargefäßnetzen, ſo wie von Lymphgefäßen ſich entwickelt hat. Das zu dem Darmkanale ſtrömende Blut wird durch mehrere Zweige der

großen Körperſchlagader, der Aorta, geliefert; das von dem Darme zurückſtrömende Blut tritt in der Pfortader zu einem Stamme zuſammen, um ſich dann wieder in dem Haargefäßnetz der Leber zu verzweigen. Die Lymphgefäße, deren Endigungen bei weitem noch nicht ſo genau dargeſtellt ſind, als wünſchbar wäre, die aber wahrſcheinlich auch überall geſchloſſene Röhren darſtellen, treten in einzelne Stämme zuſammen, welche in den Lymphdrüſen des Gekröſes ſich knäuelartig verwickeln, dann aber ihren Weg nach dem Milchbruſtgange fortſetzen, der ſich in die linke Schlüſſelbeinvene ergießt. Alle dieſe Gefäße enthalten beſtändig Flüſſigkeit; — die einen Blut, die andern Milchſaft; ihre Wände ſind aus feinen Häuten gewebt und demnach beſtändig von Flüſſigkeit durchdrungen; die Schleimhaut des Darmkanals iſt ebenfalls jederzeit mit Flüſſigkeit getränkt; es muß alſo nothwendig ein ſteter Austauſch von Stoffen zwiſchen den Blut- und Lymphgefäßen einerſeits und dem Darmkanale andererſeits Statt haben. Auf dieſe Weiſe kann man ſchon von vorn herein, nur aus der Kenntniß der anatomiſchen Anordnung des Ganzen, den Schluß ziehen, daß den im Darmkanale von Außen her aufgenommenen Stoffen zwei Wege gegeben ſind, um in die Blutbahn und zwar in das venöſe Blut zu gelangen: ein direkter, durch die Lymphgefäße, wo die Subſtanzen kein abſonderndes Organ mehr durchlaufen und unmittelbar in die Venen ergoſſen werden, und ein längerer durch die Capillargefäße des Blutſyſtemes, welche erſt als Pfortader in dem abſondernden Organe der Leber ſich verzweigen, ehe ſie in die Hohlvene einmünden. Man hat den letzteren lange Zeit hindurch alles und jedes Aufſaugungsvermögen abgeſprochen und daſſelbe lediglich den Lymphgefäßen vindicirt; — andere haben, durch die große Schnelligkeit, womit Stoffe in das Blut übergehen, überraſcht, den Capillargefäßen und den Venen einzig und allein die Funktion der Aufſaugung zugeſprochen und die Lymphgefäße als eine Art Luxusartikel in der thieriſchen Oekonomie betrachten wollen; — die Wahrheit liegt auch hier, wie ſo oft, in der Mitte, und es handelt ſich nur darum, jedem dieſer Gefäße die ihm zugehörige

Rolle in der für die Exiſtenz des Organismus ſo wichtigen Funktion der Auffaugung nachzuweiſen.

Die Lymphgefäße der höheren Thiere beſitzen keinen ſolchen bewegenden Mechanismus, wie das Blutgefäßſyſtem; es exiſtirt kein Herz in der ganzen Ausbreitung der Lymphgefäße, wodurch der Inhalt nach einer gewiſſen Richtung hin getrieben werden könnte. Bei den niederen Thieren verhält ſich das anders; die Fiſche, die Amphibien, die Vögel beſitzen contractile Lymphherzen, durch welche die Lymphe in die Venen übergetrieben werden kann. Bei den Säugethieren und dem Menſchen fehlt ein ſolcher Apparat gänzlich, es müſſen hier alſo andere bewegende Urſachen der Lymphe und des Milchſaftes aufgeſucht werden. An der Thatſache des Strömens dieſer Flüſſigkeiten innerhalb der Lymphgefäße nach dem Milchbruſtgange und der linken Schlüſſelbeinvene hin kann nicht gezweifelt werden, und es iſt leicht, ſie in einem Verſuche zur Anſchauung zu bringen. Schon die Richtung der im Innern der Lymphgefäße angebrachten Klappen deutet darauf hin. Man kann die Lymphgefäße nicht vom Stamme aus gegen die Aeſte hin einſpritzen, wie etwa die Arterien; die im Innern befindlichen Klappen ſtellen ſich ſogleich auf und verwehren der Flüſſigkeit den Durchgang. Oeffnet man bei einem jungen, ſäugenden Thiere den Unterleib und breitet das Gekröſe aus, um die Milchgefäße, welche vom Darme herkommen, in ihrer ganzen Ausdehnung überſchauen zu können, ſo zeigen ſich dieſe Lymphgefäße ſtrotzend mit einem milchweißen Chylus erfüllt. Legt man einen Faden um eines derſelben, ſo füllt ſich die Strecke des Milchgefäßes zwiſchen dem Faden und dem Darme bis zum Berſten an, und bei einem Einſtiche in das Gefäß ſpritzt der Inhalt im Bogen hervor, während von dem Faden weg nach dem Milchbruſtgange hin das Gefäß ſich nach der Unterbindung entleert hat. Derſelbe einfache Verſuch bringt aber noch eine andere Eigenthümlichkeit der Milchgefäße zur Anſchauung, die nicht ohne Reſultat für die Auffaſſung der in ihnen herrſchenden Bewegung bleibt. Die Milchgefäße füllen und entleeren ſich nämlich abwechſelnd, wenn man ſie in dem

Gekröſe eines lebenden Thieres betrachtet, und die darin enthaltene Flüſſigkeit ſchiebt ſich dadurch ſtets weiter und weiter vom Darme weg. Spürt man nun dem Rhythmus dieſer abwechſelnden Füllungen und Entleerungen nach, ſo ergiebt ſich bald, daß derſelbe mit den wurmförmigen, periſtaltiſchen Bewegungen des Darmes in einem gewiſſen Zuſammenhange ſteht. Einer jeden Zuſammenziehung einer Darmſtelle folgt die Anfüllung des Lymphgefäßes und eine beſchleunigte Bewegung des darin enthaltenen Milchſaftes; der Erſchlaffung des Darmes folgt das Zuſammenſinken des Lymphgefäßes, das ſich entleert, in ſich zuſammenfällt und enger in ſeinem Lumen wird, als es bei der Anfüllung im ausgedehnten Zuſtande war.

Es ſcheint, als ob dieſes Phänomen, das ſehr leicht bei jungen, ſäugenden Thieren zu beobachten iſt, den Schlüſſel zu der Urſache der Lymphbewegung geben könne. In der That werden auch nur in ſolchen Organen Lymphgefäße beobachtet, welche entweder ſelbſtſtändig durch Zuſammenziehung ihr Volumen ändern können, oder aber ſo von muskulöſen Theilen umgeben ſind, daß ſie ſtets abwechſelndem Drucke ausgeſetzt werden können. In den Knochen, ſo wie im Gehirne, in welchen kein ſolches Verhältniß Statt haben kann, ſind auch bis jetzt noch keine Lymphgefäße nachgewieſen worden. Es ſind demnach großentheils die Muskularbewegungen anderer umliegenden Gebilde, welche den Grund zur Bewegung der Lymphe und zur Fortſchaffung dieſer Flüſſigkeit in ſich enthalten. Die Lymphgefäße verhalten ſich etwa, wie die Capillarröhren eines Badeſchwammes, welchen man mit dem einen Ende ins Waſſer taucht. Die Röhren ſaugen ſich voll Waſſer, das beim Zuſammendrücken des Schwammes wieder hervorquillt; beim Nachlaſſen des Drucks wird ſogleich wieder Waſſer nachgeſaugt. Bei den Lymphgefäßen findet nur der Unterſchied Statt, daß hier durch den Bau und die Vereinigung der Kanäle dem Ausfluſſe eine beſtimmte Richtung gegeben iſt. Ein durch endosmotiſche Strömung an ſeinem peripheriſchen Ende angefülltes Lymphgefäß wird daſelbſt zuſammengedrückt; die darin enthaltene Flüſſigkeit wird durch dieſen

Druck nach dem Stamme hin fortgeschoben. Läßt der Druck nach, so kann, der Klappen wegen, die Flüssigkeit nicht zurück strömen; sie sammelt sich hinter den Klappen an. Unterdeß füllt sich der entleerte Theil des Lymphgefäßes von Neuem und bei erneuertem Drucke wird die frisch aufgesaugte Flüssigkeit auch wieder weiter geschoben. Der Mechanismus der Lymphgefäße ist demnach einer Saugpumpe mit elastischen Röhren zu vergleichen, wo aber der hebende Zug des leeren Raumes durch einen aktiven, auf die Röhren selbst wirkenden Druck ersetzt ist.

Eine Menge alltäglicher und Jedermann bekannter Erscheinungen zeigen den Einfluß der Muskelzusammenziehungen auf die Bewegungen der Lymphe. Bei längerem Sitzen zu Pferde oder im Wagen schwellen die Beine wassersüchtig an durch Erguß von Flüssigkeit in das Zellgewebe. Aktive Bewegung der Glieder, Gehen zu Fuße ist das beste Mittel, um diese Anschwellung verschwinden zu machen, denn sie ist einzig und allein Folge der Bewegungslosigkeit, in welcher die Beine längere Zeit hindurch erhalten wurden. Das aus den Blutgefäßen in das Gewebe ausgeschwitzte Blutwasser, welches bei gewöhnlicher Bewegung von den Lymphgefäßen aufgesaugt und weggeschafft wird, sammelt sich jetzt in dem Gewebe an, da in Folge der Unthätigkeit der Muskeln die Bewegung in den Lymphgefäßen stockt — daher die wassersüchtige Anschwellung und ihre Heilung bei sofortiger Bethätigung der Lymphbewegung. Vielleicht, daß ein ähnliches Verhältniß in gewissen Krankheiten obwaltet, wo durch Lähmung des Nerveneinflusses die peristaltischen Zusammenziehungen des Darmes geschwächt und verlangsamt werden und als Folge dieser Paralysirung des Haupthebels der Milchsaftbewegung dann allgemeines Sinken der Ernährung und des Auffaugungsprozesses eintritt.

Die Muskelbewegungen und Volumveränderungen der umgebenden Theile aber sind nicht die alleinigen Hebel der Bewegung in den Lymphgefäßen. Es giebt auch noch selbstständige Contractionen der Gefäßstämme, die zwar sehr langsam sind, aber doch beobachtet wurden an lebenden Thieren, und deren Vor-

handenſein auch dadurch wahrſcheinlich wird, daß an dem Milchbruſtgange ähnliche unwillkürliche, im Ring gelagerte Muskelfaſern nachgewieſen werden können, wie an anderen contractilen Röhren. Daß aber die Lymphgefäße Contractilität beſitzen und die in denſelben enthaltene Flüſſigkeit ſtets unter einem gewiſſen Drucke ſteht, geht ſchon aus dem Umſtande hervor, daß ein angefülltes Lymphgefäß, wenn es angeſtochen wird, ganz ſo im Strahle ſpritzt, wie eine Vene; ein Beweis, daß die Flüſſigkeit unter einem gewiſſen, von den Wandungen ausgeübten Drucke ſteht.

Die Aufſaugung durch die Capillargefäße des Blutſyſtems unterliegt Geſetzen, die zwar im Prinzipe durchaus dieſelben bleiben, deren Wirkung aber, durch die ſpeziellen Verhältniſſe der Haargefäße, ſehr bedeutend modifizirt iſt. Das Blut, welches in den Capillaren cirkulirt, wird von dem Herzen aus in raſchem Strome durch die feinen Maſchen getrieben; eine Blutwelle drängt die andere und eine nach der anderen kommt in enge Wechſelwirkung mit den aufſaugenden Stoffen. Im weiteren Laufe aber durchſtrömt das Blut die Leber, die Lungen und verſchiedene andere Sekretionswerkzeuge, ehe es wieder an die Stelle der Aufſaugung, das heißt zum Darmkanale zurückkommt. Die Blutwelle, welche ſchon einmal aufgeſaugt hat, kann demnach auf ihrer Bahn ſich aller aufgenommenen Stoffe entledigt haben und von Neuem zu endosmotiſchem Austauſche fähig ſein. Die Schnelligkeit, womit Flüſſigkeiten in die Capillargefäße eindringen, iſt nicht minder beträchtlich, als die Durchdringung der Lymphgefäße, denn die Häute beider ſind gleich dünn und zart gewebt. Wenn aber dieſes eine Moment der Aufſaugung daſſelbe iſt in beiden Arten von Gefäßen, ſo iſt im Gegentheile die Schnelligkeit der Verbreitung der aufgeſaugten Stoffe durch den ganzen Körper himmelweit verſchieden. In den Lymphgefäßen wird nur langſam der Inhalt nach den Stämmen und dem Milchbruſtgange hingeſchoben, während die von den Blutgefäßen aufgenommene Subſtanz in wenig Minuten den ganzen Körper

durchläuft, und entweder irgendwo verbraucht, oder von den Abſonderungsorganen ausgeworfen wird.

Die Verſuche, denen man zu Folge den Lymphgefäßen alle Auffaugungsfähigkeit abſprach, waren in ſo fern mangelhaft, als man nicht die gehörige Geduld hatte, abzuwarten, bis das bei der langſamen Bewegung der Lymphe nothwendig erſt ſehr ſpät ſich zeigende Reſultat eintrat. Dann aber berückſichtigte man auch den zweiten Faktor der Lymphbewegung, die ſelbſtſtändige Contraktion der Gefäßwandungen, nicht genug und wählte Subſtanzen zu dieſen Verſuchen, welche auf dieſe Contraktionen einen lähmenden Einfluß ausüben. Das Prinzip, nach welchem die Verſuche angeſtellt wurden, war richtig; Vernachläſſigung der Nebenumſtände machte das Reſultat fehlerhaft. Man ſtellte die Verſuche nämlich in der Art an, daß man die zu einem Gliede oder iſolirten Darmſtücke gehenden Blutgefäße unterband und nun in eine Wunde oder in die Höhle des Darmes ein ſtarkes narkotiſches Gift, z. B. Strychnin oder Opium, brachte. So lange der Kreislauf in dem iſolirten Körpertheile unterbrochen war, zeigten ſich, auch nach ſtundenlangem Harren, keine Vergiftungserſcheinungen; ſobald man aber die Unterbindungsfäden löſte und dadurch den Kreislauf wieder herſtellte, ſo zeigten ſich auch die dem Gifte eigenthümlichen Wirkungen. Ebenſo erſchienen Subſtanzen, die zwar nicht giftig wirkten, aber entweder durch ihre Farbe oder ihre Reaktion ſich leicht in kleinen Mengen auszeichnen, nach ſehr kurzer Zeit in den Blutgefäßen und erſt nach mehreren Stunden in der Lymphe der Stämme und des Milchbruſtganges. Aus dieſen Verſuchen, deren Richtigkeit nicht angefochten werden kann, ſchloß man nun auf der linken Seite des Rheines etwas übereilt auf die totale Unfähigkeit der Lymphgefäße, Subſtanzen aufzuſaugen, und läugnete ſomit die ihnen bisher zuerkannte Funktion, an deren Stelle freilich man keine andere zu ſetzen wußte. Indeß ging man hierin offenbar zu weit; man vergaß, daß nach Fütterung der Thiere mit gewiſſen Subſtanzen dieſe während der Verdauung in den Milchgefäßen nachgewieſen werden können; man vergaß, daß manche Gifte,

und beſonders thieriſche, offenbar durch die Lymphgefäße aufgefaugt werden, wie dieß in ſolchen Fällen die nachfolgenden krankhaften Erſcheinungen auf das Ueberzeugendſte darthun. Wie oft erfolgen nach Verwundungen, bei Sektionen faulender oder an bösartigen, zerſetzenden Krankheiten verſtorbener Leichname ſchmerzhafte Entzündungen, bei welchen die Lymphgefäße des verwundeten Theiles ſtrangartig anſchwellen, hart werden, und wo zuweilen die Entzündung ſich in die benachbarten Lymphdrüſen fortſetzt und hier hartnäckige Eiterungen, nicht ſelten ſogar den Verluſt des Gliedes oder ſelbſt allgemeine Vergiftung zur Folge hat! Die Vorſichtsmaßregeln gegen ſolche, leider nur allzu häufige Zufälle und ihre Folgen waren den Anatomen und Phyſiologen meiſtens aus eigener, ſchmerzhafter Erfahrung bekannt, und darum konnte auch die neue Lehre von der Unthätigkeit der Lymphgefäße ſich keinen vollkommenen Beifall erringen. Die aus den Verſuchen ſelbſt aber gezogenen Schlüſſe erhielten bald die bedeutendſten Modifikationen. Die Farbeſtoffe, die Reagentien, die Nahrungsſubſtanzen waren ſtets einige Stunden nach der Aufnahme in den Körper auch im Laufe der Lymphgefäße nachgewieſen worden, und da man anatomiſch erhärten konnte, daß keine Verbindung zwiſchen den Aeſten und Zweigen der Lymphgefäße und den Blutgefäßen exiſtirt, ſo war dadurch der Schluß gerechtfertigt, daß die Lymphgefäße zwar allerdings auffaugen, aber im Verhältniß zu den Blutgefäßen nur ſehr langſam. Daß narkotiſche Gifte gar nicht von ihnen aufgenommen werden, war um deßwillen erklärlich, weil dieſe Gifte die Muskularzuſammenziehung der Lymphgefäße bei örtlicher Applikation unmittelbar lähmen. Die Berührung dieſer Gifte mit der inneren Haut der Lymphgefäße mußte mithin nothwendig die Bewegung in dieſen Gefäßen ſelbſt vernichten, indem ſie ihre ſelbſtſtändigen Contractionen lähmte. Noch mehr wirkte aber bei ſolchen Verſuchen, wo man z. B. die Unterleibsaorta unterband und ſo den Blutlauf in den Hinterfüßen aufhob, die dadurch bewirkte Lähmung des Beines. Wenige Minuten nach dem Verſchwinden des Blutlaufes iſt die Extremität völlig gelähmt,

bewegungslos und zugleich erkaltet ſie nach und nach — wie ſoll da eine Fortbewegung der Lymphe Statt finden können?

Der Hauptunterſchied zwiſchen den Lymph- und Blutgefäßen hinſichtlich der Auffaugung beruht demnach in der verſchiedenen Schnelligkeit, womit die Stoffe in denſelben aufgenommen und weiter geführt werden. Damit iſt aber auch zugleich ein fundamentaler Unterſchied hinſichtlich der Natur dieſer aufzunehmenden Subſtanzen ſelbſt gegeben, und einzig aus dieſem Umſtande iſt es erklärlich, warum die Blutgefäße hauptſächlich ſolche Stoffe auffaugen, welche dem Körper in ihrer Zuſammenſetzung heterogen ſind, und die meiſt als fremde Stoffe wieder ausgeleert werden, während die Lymphgefäße die eigentlichen Kanäle zur Ueberführung der nährenden Subſtanzen ſind, mögen nun dieſe von Außen her aufgenommen werden, wie es in dem Darmkanale der Fall iſt, oder ſich als Ueberſchuß bildender Flüſſigkeit in den Geweben des Körpers und dem Blute ausgeſchieden haben.

Die in dem Darmkanal aufgenommenen Stoffe bilden dort einen Brei, in welchem hauptſächlich Faſerſtoff, Eiweiß, Fett, Zucker und ſtärkemehlhaltige Subſtanzen aufgelöſt und mit mancherlei fremdartigen Beſtandtheilen und mineraliſchen Salzen gemengt erſcheinen. Dieſer Brei iſt in beſtändiger, vielſeitiger Berührung mit der Schleimhaut des Darmes, in beſtändigem Austauſche mit den Lymphgefäßen und den Capillarnetzen der Schleimhaut. Die erſte Wirkung dieſer Berührung wird ſein, daß beide Flüſſigkeiten ſich auf einen gleichen Concentrationspunkt ſtellen, und daß das Blut entweder, wenn der Speiſebrei weniger concentrirt iſt, Waſſer von ihm aufnimmt, oder aber, im entgegengeſetzten Falle, Waſſer an ihn abgibt. Da wir meiſt mehr oder weniger feſte Nahrung zu uns nehmen, ſo wird dadurch das Bedürfniß der Suppen und anderer flüſſigen Gerichte, ſo wie die Nothwendigkeit des Trinkens über Tiſch und während der Verdauung leicht erklärlich. Das Blut ſtellt aber eine Auflöſung von Eiweiß und Faſerſtoff mit mehreren Salzen vor. Sobald der Speiſebrei einen ihm gleichen Concentrationsgrad hat, ſo wird weder Faſerſtoff noch Eiweiß, mithin keine unmit-

telbar nährende Subſtanz mehr vom Blute aufgenommen werden können. Fremdartige Stoffe dagegen, ſtärkemehlhaltige Subſtanzen und Salze werden durch ſchnellen Austauſch in das Blut befördert und von dieſem ſtets weiter geführt, ſo daß bedeutende Quantitäten ſolcher Stoffe aufgenommen werden können. Ihre Aufſaugung hört erſt dann auf, wenn das Blut ebenſo mit dieſen Stoffen geſättigt iſt, als die im Darme enthaltene Flüſſigkeit; — ein Verhältniß, das um ſo ſeltener eintreten muß, als das Blut in den Sekretionsorganen ſtets wieder eine Ablage für fremdartige Stoffe beſitzt. Die Aufnahme der direkt nährenden Stoffe, der Blutbildner, iſt demnach nur dann möglich, wenn ungleiche Concentrationsgrade zwiſchen dem Speiſebrei und dem Blute beſtehen, die aber bei der Schnelligkeit des Kreislaufes bald ausgeglichen ſind.

Anders verhält es ſich mit den Lymphgefäßen. Dieſe füllen ſich mit derjenigen Flüſſigkeit, welche die Darmſchleimhaut und deren Gewebe tränkt. Ob dieſe Flüſſigkeit aus dem Blute oder aus den friſch aufgenommenen Stoffen herſtammt, iſt völlig gleichgültig; — ſie füllen ſich damit und führen ſie langſam in ſtetem Zuge in den Kreislauf über. Man kann ſich in der That die Bildung des Milchſaftes eben ſo wohl als einen Akt der Aufſaugung wie als einen Akt der Abſonderung vorſtellen. Wir ſahen oben, daß eine jede Darmzotte in ihrer Mitte einen Kanal enthält, der das blinde Ende eines Milchgefäßes iſt, und daß dieſer Kanal ringsum von den Netzen der Blutgefäße umſponnen iſt, die ihrerſeits nur von den Zellen des Epitheliums bedeckt ſind. Vergleicht man dieſe Anordnung mit derjenigen der Drüſengänge, ſo ſieht man, daß der Anfang des Milchgefäßes ganz vollkommen dem Anfange eines Drüſenkanales entſpricht, der ebenfalls von Blutgefäßnetzen umſponnen iſt. Hierzu kommt noch, daß der Milchſaft in ähnlicher Weiſe, wie alle anderen Drüſenabſonderungen, eine conſtante Zuſammenſetzung hat, die nur in engen Grenzen ſchwankt und nur hinſichtlich des mechaniſch beigemengten Fettes Verſchiedenheiten zeigt; ganz ſo wie z. B. der Harn eine conſtante Zuſammenſetzung gewahren läßt,

die nur hinsichtlich der beigemengten, von außen eingeführten Salze wechselt. Neuere Untersuchungen stellen freilich die Struktur der Darmzotten, wie man sie bisher gefunden zu haben glaubte, wieder in Zweifel. Hiernach sollen die Cylinderepithelien, welche den Ueberzug der Darmzotten bilden, nicht vollständig geschlossen, sondern nach Außen wie nach Innen, gegen die Darm- wie gegen die innere Höhle nur durch eine zähe Schleimhaut gleichsam zugepfropft sein. So träte dann die im Darmrohr enthaltene Flüssigkeit mit den darin vertheilten Fetttröpfchen durch diese Schleimschichten, durch die Cylinder des Epitheliums und zwischen denselben hindurch in die Masse der Darmzotte und in die Zwischenräume ihres Gewebes, die unmittelbar mit der Centralhöhle communicirten. Diese sämmtlichen Zwischenräume wären demnach wandungslose Chyluswege, ebenso wandungslos wie die Centralhöhle der Zotte, und erst in der Muskelschicht des Darmes erhielten diese Chyluswege eigene Wandungen, die sie dann zu wahren Lymphgefäßen stempelten. Die Anfänge der Milchgefäße in der Darmschleimhaut bestünden demnach aus Zwischenräumen zwischen den einzelnen Formelementen der Zotte, die erst nach ihrer Sammlung zu größeren Stämmchen Wandungen und später Klappen erhielten. Die Bestätigung dieser Beobachtungen ist noch zu erwarten; das Resultat für das Leben und seine Oekonomie bleibt indessen durchaus dasselbe, wie man auch die Funktion der Lymphgefäße ansehen möge. Bekommt der Mensch keine Nahrung oder nur solche, welche kein Eiweiß, keinen Faserstoff enthält, so müssen diese Stoffe mit dem Blutwasser aus den Gefäßen treten, das Gewebe der Schleimhaut tränken und in den Bereich der Lymphauffaugung fallen. Erhält der Organismus dagegen eine an blutbildenden Stoffen reiche Nahrung, so werden diese in dem Darmkanale aufgelöst und durch die von ihnen durchtränkte Schleimhaut den Milchgefäßen zugeführt werden. Bei hungernden, wie bei wohlgefütterten Thieren wird daher der Chylus und die Lymphe einen etwa gleichen Gehalt an blutbildenden Stoffen bieten, denn die tränkende Ernährungsflüssigkeit bleibt in beiden

Verhältniſſen etwa dieſelbe hinſichtlich ihrer Zuſammenſetzung. Daß aber andere fremdartige Subſtanzen nur in ſehr geringer Menge in den Chylus und die Lymphe aufgenommen werden, dieſes iſt leicht aus der Schnelligkeit ihrer Wegſchaffung mittelſt der Blutgefäße erklärlich. Bis nur eine einigermaßen bemerkliche Quantität dieſer Stoffe in der trägen Bewegung der Lymphe fortgerückt und nach den Stämmen hin bewegt iſt, haben die Blutgefäße ſchon die ganze Maſſe des fremden Stoffes aufgeräumt.

Als Reſultat unſerer Unterſuchungen über die Auffaugung bleibt demnach feſtgeſtellt: die Lymphgefäße ſind die beſtändige ſtete Zufuhrquelle der blutbildenden Beſtandtheile und des Fettes, die Blutgefäße dagegen der Auffaugungsapparat für alle in ihrer Zuſammenſetzung dem Blute ſelbſt noch fremdartigen Stoffe. Es ſtimmt dies Reſultat, wie man ſieht, vortrefflich mit der anatomiſchen Einrichtung, welche das von dem Darme kommende Blut erſt durch den Läuterungsapparat der Leber gehen läßt, während die durch die Milchgefäße zugeführten Beſtandtheile unmittelbar in den Strom der Cirkulation ergoſſen werden.

Achter Brief.

Die Ernährung.

Vor länger als zweihundert Jahren erſchien in Venedig ein Buch, betitelt : de medicina statica aphorismi. Dem Titelblatte gegenüber ſah man »in Holzſchnitts-Gloria« den Verfaſſer, den ehrwürdigen Sanctorius, wie er auf einer Wage ſaß, die zugleich ſein Studirzimmer, Schlafkabinet und heimliches Gemach war. Monate und Jahre lang ſaß ſo der würdige Doktor auf ſeiner Wage und erzählte nachher der gelehrten Welt, wie viel an Nahrungsmitteln er eingenommen, wie viel an ſichtbaren Auswurfsſtoffen, Koth und Harn er davon wieder ausgegeben, und wie viel in luftförmiger Geſtalt durch Athmung und Ausdünſtung von ihm gegangen ſei. Es war ein erſter Verſuch, wie man ſieht, über die Oekonomie des Körpers doppelte Buchhaltung zu führen; — ein Verſuch, der ſich freilich nur auf die Bilanz der Kaſſe beſchränkte, auf Einnahme und Ausgabe; die ganze verwickelte innere Geſchäftsführung aber gänzlich außer Augen ließ. Merkwürdig aber iſt es, daß ſchon in ſo früher Zeit, beim erſten Wiedererwachen der Wiſſenſchaften in Italien, Verſuche angeſtellt wurden, welche auf der Erkenntniß beruhten, daß die Materie überhaupt unzerſtörbar ſei, und daß in dem Körper weder Neubildung noch Zerſtörung, ſondern nur Umſatz und Umgeſtaltung des Stoffes ſtattfinde.

Von Zeit zu Zeit wurden Verſuche ähnlicher Art wiederholt, je nachdem das Bedürfniß der fortſchreitenden Wiſſenſchaft ſie nöthig machte. Man ſuchte mehr und mehr die Fehlerquellen zu vermeiden und den Verſuch ſelbſt auf ſichere Grundlagen zu

ſtellen. Vergleichende Verſuche mit Thieren, bei welchen man die äußeren Umſtände mehr in der Gewalt hat, dienten zur Controllirung dieſer Verſuche, die freilich keine tiefere Einſicht in den Stoffwechſel ſelbſt geben können, wohl aber eine allgemeine Ueberſicht geſtatten, die zur Benutzung anderer Kenntniſſe nützliche Fingerzeige giebt.

Die neueſten Verſuchsreihen, beiläufig bemerkt, alle von kleinen, hageren Menſchen angeſtellt, die nicht einmal viel mehr als hundert Pfund wogen, ergaben etwa folgende Reſultate. Bei der Athmung wird Sauerſtoff aufgenommen; die Einnahmen beſtehen demnach aus Speiſe und Trank und aus einer gewiſſen Menge Sauerſtoff, der aus der Atmoſphäre eingeführt wird. Die Menge dieſes letzteren beträgt etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der eingenommenen Nahrungsmittel. Die Ausgaben beſtehen aus Koth und Harn, oder den merklichen Entleerungen, deren Geſammtſumme etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{5}$ der geſammten Ausgaben beträgt, und wovon der Koth $\frac{1}{20}$ höchſtens nimmt, während die weit bedeutendere Menge für den Harn bleibt. Die unmerklichen Ausgaben beſtehen aus der beim Athmen entfernten Kohlenſäure, die $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{10}$ der Geſammtſumme beträgt, und aus dem durch Lungen und Haut verdünſteten Waſſer, das ebenfalls etwa $\frac{1}{3}$ ausmacht. Theilt man demnach die ſämmtlichen Ausgaben in 3 Theile, ſo fällt etwas über $\frac{1}{3}$ auf Koth und Harn, die übrigen nicht völligen $\frac{2}{3}$ auf Kohlenſäure und Waſſer; und der Koth beträgt verhältnißmäßig ſo wenig, daß ein Beobachter ſeinen Werth bei einer Compagnie Soldaten etwa dem Werthe des außerhalb der Menage genoſſenes Würſtbrodes, Bieres und Branntweins gleichſtellen konnte. Dem deutſchen Soldaten aber, dieſem Kerne der Nation, bleibt wohl nur wenig zu ſolchen Ausgaben übrig; — dafür iſt geſorgt. Für die gewöhnliche Einſicht hat dieſe geringe Menge der Excremente ſchon etwas Ueberraſchendes; wir ſind dermaßen gewöhnt, das Waſſer der Einnahmen wie der Ausgaben unbemerkt zu laſſen, daß gewiß jeder Laie auf die Frage: welche von beiden Ausleerungen, Koth oder Harn, ihm die bedeutendere ſcheine, unmittelbar die erſtere als die bei

weitem größere angeben wird. Das Verhältniß bleibt aber auch bei den Thieren daſſelbe wie bei dem Menſchen. Ueberall iſt die Kothausgabe verhältnißmäßig die unbedeutendſte, und es ergiebt ſich ſchon aus dieſer einfachen Betrachtung, wie ſehr Unrecht wir thun, wenn wir bei Anſammlung der zur Düngung dienenden Produkte des Thierreiches die wäſſerigen Ausleerungen vernachläſſigen. Es iſt leicht nachzuweiſen, daß das Abführen der Cloaken in fließendes Waſſer der menſchlichen Geſellſchaft mehr Stoff entzieht, als das Mißrathen einer Erndte.

Das gegenſeitige Verhältniß der Ausgaben wechſelt außerordentlich, je nach verſchiedenen Nebenumſtänden. Alle Bedingungen, welche die Athmung beſchleunigen oder hinterhalten, erhöhen oder erniedrigen in derſelben Weiſe die Ausſcheidung der Kohlenſäure, deren Verhältniß zu den übrigen Ausgaben deßhalb im Schlafe am geringſten, nach der Mahlzeit oder bei anhaltender Bewegung am größten iſt. Das Waſſer in Schweiß und Harn ſteht in beſtändigem Wechſelverhältniß zu einander, wodurch die unmerklichen Ausgaben ſo veränderlich werden, daß ſie bis zum Fünffachen ſich erhöhen können. Bei ruhigem Sitzen verlor ein Beobachter in der Stunde vor Tiſche, wo er hungerte, 30 Gramm, während er beim Bergeklettern und ſtarkem Schwitzen 133 Gramm in derſelben Zeit durch Athmung und Ausdünſtung verlor. Nicht minder wirkt die Temperatur ein, und im Winter verliert man deßhalb bedeutend mehr durch die merklichen Ausleerungen, während im Sommer das umgekehrte Verhältniß Statt findet.

Während der größten Zeit ſeiner Exiſtenz bleibt der Menſch etwa auf demſelben mittleren Körpergewicht ſtehen, geringere Schwankungen abgerechnet, die ſich meiſtens ſchon im Laufe mehrerer Tage ausgleichen. In der Jugend dagegen nimmt der Körper täglich zu, ſein Gewicht ſteigert ſich bis zum vollendeten Wachsthum, es muß demnach ein Mißverhältniß zwiſchen Einnahmen und Ausgaben zu Gunſten der erſteren Statt finden. Umgekehrt verhält es ſich im Alter, wo die Ausgaben überwiegen,

der Körper allmählich von seinem Gewichte zurücksinkt und das Leben endlich unter diesen ungünstigen Bedingungen erlischt.

Dasselbe Ueberwiegen der Ausgaben gegen die Einnahmen führt das Erlöschen des Lebens beim Hungern oder bei unzweckmäßiger Nahrung herbei. Man hat Gelegenheit gehabt, bei Unglücksfällen, wie z. B. auf Schiffen oder bei Verschüttungen, wo das Athmen möglich blieb, die Erscheinungen zu beobachten, welche bis zum Hungertode auftreten. Sie beruhen einerseits auf gänzlicher Abmagerung, d. h. auf gänzlichem Verbrauche des Fettes und dann auch der übrigen Organe, andererseits auf Krankheitserscheinungen, die erst in Ueberreizung, dann in Apathie ihren Grund haben. Bei gänzlicher Entziehung von flüssigen wie festen Nahrungsmitteln treten zuerst Entzündungserscheinungen in Mund und Rachen auf, bedingt durch die Austrocknung der ausdünstenden Theile. Diese Erscheinungen steigern sich zu wirklichen Entzündungen im Magen und Darm, womit außerordentliche Aufregung des Nervensystemes verbunden ist. Während dieses Zeitraumes sind die Ausgaben verhältnißmäßig am geringsten, indem das ganze Spiel der Organe darauf berechnet ist, auf eigene Kosten hauszuhalten. Dann kommt die Periode der Erschlaffung. Die anfänglich oft bis zum Wahnsinn gesteigerte Hirnreizung geht in Stumpfsinn und Schlafsucht über; der anfangs harte, zusammengezogene und schnelle Puls wird langsam und schleichend; die Wärme nimmt ab; — und so erlischt endlich unter stetem Sinken aller Funktionen das Leben. Daß die Ausgaben im Allgemeinen bedeutend sinken, kann man schon daraus erschließen, daß im normalen Zustande dieselben bedeutend genug sind, um in 7 Tagen etwa so viel zu betragen, als das Gesammtgewicht des Körpers ausmacht, während doch Beispiele vorliegen, daß die gänzliche Entziehung aller Nahrung länger als 14 Tage ertragen wurde, während welcher Zeit bei normalen Ausgaben der ganze Körper 2mal hätte aufgebraucht werden können. Im Ganzen hat man bemerkt, daß ein Säugethier dem Hungertode erliegt, wenn es etwa $^2/_3$ seines Körpergewichtes verloren hat, daß aber junge Thiere bei weitem früher

erliegen, als erwachsene. Hunde von 4 Tagen starben schon nach 2 Tagen am Hungertode, während sechsjährige Hunde noch am 30. Tage lebten. Bei einer Vergleichung des Verlustes der verschiedenen Organe durch den Hungertod fand sich das merkwürdige Resultat: daß das Fett fast gänzlich bis auf sehr geringe Spuren aufgezehrt wird, das Centralnervensystem dagegen, obgleich wesentlich aus Fett bestehend, den allergeringsten Verlust erleidet, selbst weniger als Knochen und Knorpel, die doch dem ersten Anschein nach einen bedeutenderen Widerstand entgegensetzen mußten. Sehr leicht begreiflich ist es, daß diejenigen Organe, welche mit Blut besonders aufgeschwemmt sind, wie Leber, Milz, und auch das Blut selbst, durch Verdunstung und Verringerung der Blutmasse einen wesentlichen Verlust erleiden, während Nieren und Lungen, die ihrer Funktion gemäß beständig durchtränkt sind, weit geringere Verluste erdulden. Die Muskeln stehen etwa in der Mitte; sie verlieren bis zum völligen Hungertode nicht ganz die Hälfte ihres Gewichtes.

Es geht aus diesen Untersuchungen klar hervor, daß der Lebensprozeß des Organismus zugleich ein beständiger Zerstörungsprozeß ist, und daß das thierische Leben nur möglich ist durch die Zufuhr von Außen. Das ganze Leben beruht nur auf der Außenwelt — die vegetative Seite auf der Zufuhr von Außen, die animalische auf den Eindrücken von Außen — weder auf materiellem, noch auf geistigem Gebiete (wenn man beide unstatthafter Weise trennen will) schafft das organische Leben etwas Neues, sondern wandelt nur das Gebotene und Aufgenommene in neue Form. Die Maschine eines jeden thierischen Organismus ist so eingerichtet, daß sie sich selbst beständig zerstört, und eben so gut wie das Leben zu Grunde gehen muß, wenn die durch den Stoffwechsel geschaffenen Zerstörungsprodukte nicht aus dem Körper geschafft werden; eben so gut geht es auch zu Grunde, wenn ihm die Stoffe nicht geboten werden, die das Zersetzte wieder zu erneuern im Stande sind. Darum kann es auch nicht auffallen, wenn jede einseitige Nahrung, die nicht im Stande ist, sämmtlichen Ausgaben des Körpers zu

genügen, eben ſo ſicher zum Tode führt, als die Entziehung der Nahrung ſelbſt. Man hat den Verſuch gemacht, Tauben ſo zu ernähren, daß ihnen zwar alle Stoffe geboten wurden, welche zur Erhaltung der organiſchen Beſtandtheile ihres Körpers nöthig waren, daß aber alle anorganiſchen Subſtanzen, Salze, Kalk u. ſ. w. gänzlich aus dieſer Nahrung entfernt waren. Die Tauben ſtarben, freilich nach verhältnißmäßig längerer Zeit, mit allen Erſcheinungen des Hungertodes, und nach dem Tode fand man ihr Skelett knorpelig erweicht, ſtellenweiſe durchlöchert, ſeiner feſten Beſtandtheile theilweiſe beraubt. Hunde, die man mit reinem Faſerſtoffe oder reinem Eiweiß nährte, ſtarben am Hungertode, der freilich deßwegen länger hinausgeſchoben wurde, weil das im Organismus befindliche aufgehäufte Fett, das nach und nach in den Verbrauch gezogen wurde, die mangelnde Zufuhr von Fettbildnern eine Zeit lang erſetzte. Hunde endlich, die mit reinem Fett, mit Stärke, Zucker, Gummi, oder andern Fettbildnern ernährt wurden, ſtarben ganz in derſelben Zeit, wie wenn man ihnen alle Nahrung entzogen hätte. Ein Beiſpiel dieſer Art iſt auch von dem Menſchen bekannt. Der engliſche Arzt Stark machte Verſuche über die Nährkraft des Zuckers an ſich ſelbſt, und es gelang ihm, ſich durch reine Zuckernahrung ſo weit dem Tode entgegen zu führen, daß, als ſein Zuſtand bekannt wurde, keine Rettung mehr möglich war.

Aus dieſen Beobachtungen ſchon geht hervor, daß der Körper verſchiedenartige Stoffe erhalten muß, deren Geſammtmenge gewiſſermaßen die Geſammtzuſammenſetzung des Körpers wiederholen muß, in der Weiſe, daß bei gleich bleibendem Körpergewichte die Ausgaben durch die Einnahmen gedeckt werden. Könnten wir dieſen Erſatz ſo einrichten, daß gerade diejenigen Gewebe, die wir verbrauchen, uns in derſelben Menge geboten würden, und zwar in aneignungsfähigem Zuſtande — keine Frage, daß das Leben des Individuums unendlich dauern müßte. Der Grund des nothwendigen Todes liegt in der ſteten Selbſtzerſtörung des Organismus, deſſen Verluſte wir nicht unmittelbar und in geeigneter Weiſe erſetzen können, in keinem inneren

Verhältniſſe. Es kann demnach auch keine Frage ſein, daß bei annähernd richtigem Erſatze des Verluſtes die Lebensdauer des Individuums nicht nur, ſondern auch die mittlere Lebensdauer der menſchlichen Geſellſchaft überhaupt verlängert werden könne — daß alſo Verbeſſerung des materiellen Zuſtandes, der Volksernährung, auch das Leben des Volkes im Ganzen kräftigen und verlängern müſſe. Um aber zu einer Löſung der ſo geſtellten Frage zu gelangen, von welcher in letzter Inſtanz Wohl und Wehe der ganzen menſchlichen Geſellſchaft abhängt, muß man dieſelbe in ihre Elemente zerlegen. Man mußte ſich die Frage ſtellen, welches denn die Stoffe ſeien, die aus dem Körper als letzte Produkte des Stoffwechſels ausgeführt werden, in welcher Quantität dieſe Stoffe den Körper verlaſſen und welche Menge davon es zum Erſatze dieſes Verluſtes bedürfe. Man mußte ſich nun ſagen, daß allerdings das Endreſultat aller chemiſchen Operationen im Körper darin beſtehe, daß neben einer gewiſſen Quantität von Kohlenſäure nnd Waſſer als letzter Verbrennungsprodukte eine ſtickſtoffreiche Subſtanz, der Harnſtoff, abgeſchieden werde, und daß ſomit die ſämmtlichen Ernährungserſcheinungen zuletzt darin ihr Ende finden, daß eine gewiſſe Quantität des eingeführten Kohlenſtoffes und Waſſerſtoffes verbrannt, eine geringere verhältnißmäßige Menge aber mit der ganzen Menge des Stickſtoffes in Form von Harnſtoff ausgeſchieden werde. Die Menge der abgeſonderten Kohlenſäure, Waſſer und Harnſtoff war alſo in letzter Potenz das Maß des Stoffwechſels und das Maß der Nothwendigkeit für die Einführung einer entſprechenden Menge von Kohlenſtoff, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff. Da nun der Harnſtoff ſtets genau dieſelbe Zuſammenſetzung hat und offenbar ein Produkt des Umſatzes der blutbildenden Stoffe iſt, ſo glaubte man weiter ſchließen zu dürfen, daß der Stickſtoffgehalt der Ausſcheidungen überhaupt den Maßſtab für die Stoffumſetzung der blutbildenden Beſtandtheile des Körpers gebe, und daß demnach der Werth der Einfuhr für die Ernährung der größeren Maſſe des Körpers,

die ja aus eiweißartigen Körpern zusammengesetzt ist, nach dem Gehalte an Stickstoff berechnet werden könne.

Man hat dieser Betrachtungsweise mit Recht vorgeworfen, daß sie auf ganz falschen Grundlagen basirt sei, und daß man namentlich daraus keinen Rückschluß auf die im Körper stattfindenden Vorgänge machen könne. Man kann keine Vorstellungen haben von den Arbeiten, die in einem chemischen Laboratorium vorgenommen werden, sagte man, wenn man auch weiß, wie viel Pfunde Wasser, Schwefelsäure, Kohle, Pottasche, Kalk, durch die Thüre eingetragen, und wie viel Pfunde Kohlensäure und Wasser durch den Schornstein, wie viel an Wasser und anderen Stoffen durch das Kehrichtfaß entleert werden. Dies ist vollkommen richtig, aber nichts desto weniger haben Betrachtungen dieser Art dennoch einen gewissen Werth, wenn sie sich auf ein Laboratorium beziehen, das nur bestimmte Produkte liefert und nur bestimmte Produkte verarbeitet. Der Chemiker, der einer Schwefelsäurefabrik vorsteht, giebt sich vollkommene Rechenschaft über den Gang derselben, wenn er weiß, wie viel Schwefel, Salpeter und Brennmaterial verbraucht und wie viel Schwefelsäure erzeugt wurde. Wir haben aber aus der Betrachtung der Nahrungsmittel gesehen, daß der Körper im Ganzen nur mit wenigen Stoffen arbeitet, die ihm in den Nahrungsmitteln geboten werden, und daß er ebenso nur wenig, in ihrer Zusammensetzung stets gleich bleibende, Substanzen ausscheidet. Wenn zwei als Nahrung angebotene Substanzen denselben Blutbildner enthalten, so wird ihr Stickstoffgehalt proportional sein der Menge dieses Blutbildners, und demnach auch im Verhältniß stehen zu dem Werthe, welchen sie für die Ernährung der eiweißartigen Stoffe des Körpers haben.

Es ist indeß vollkommen richtig, daß dem Nahrungsbedürfnisse nur selten Stoffe dieser Art angeboten werden, sondern verschiedenartig zusammengesetzte Substanzen, noch obenein in sehr verschiedenen Graden der Löslichkeit, die ein wesentliches Moment für den Werth eines Nahrungsmittels überhaupt giebt. Frisches Buchenholz enthält fast genau die nämliche Menge von

Eiweißstoffen und blutbildenden Bestandtheilen, als Reis, und es wird dennoch keinem vernünftigen Menschen einfallen wollen, Reisbrei durch geraspeltes Buchenholz zu ersetzen. In dem einen sind die Bestandtheile leicht löslich, in dem andern durch Umhüllung mittelst Holzfaser gänzlich unlöslich. Deßhalb bestanden wir auch bei der Untersuchung über die Nahrungsmittel zu wiederholten Malen auf der Nothwendigkeit der Zuführung gemischter Nahrungsmittel, bestimmter Gruppen, welche in dem Körper durch verschiedene Metamorphosen ihrem endlichen Ziele entgegen geführt werden. Alle diese einzelnen Veränderungen umfaßt der Ernährungsprozeß im Ganzen. Er resumirt gewissermaßen die ganze vegetative Seite des thierischen Lebens, und wenn wir ein Bild desselben aufzurollen versuchen, so setzt sich dieses aus den einzelnen Thatsachen zusammen, deren wir oben erwähnten.

Eine der ersten Fragen, die sich aufwirft, ist die : Giebt es Substanzen, welche, wenn gleich in die Cirkulation aufgenommen, dennoch nicht zum Ersatz verbrauchter Körperbestandtheile verwendet, sondern durch unmittelbare Verbrennung aus dem Körper wieder ausgeschieden werden? Man könnte sich den Körper des Erwachsenen als eine gegebene Masse von bestimmter Zusammensetzung und Gewicht vorstellen, welche den zerstörenden Einflüssen der Außenwelt, und besonders der Oxydation durch den Sauerstoff der eingeathmeten Luft, entzogen werden soll. Wäre diese Körpersubstanz etwas unwandelbar Gegebenes, Unveränderliches, so könnte der Zweck nur dadurch erreicht werden, daß man überall die Gewebe vor dem Einflusse des einwirkenden Sauerstoffes schützte, indem man diesen vorher durch Zuführung fremder Stoffe bände. Alle eingeführten Nahrungsmittel wären, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, Athemmittel oder, besser gesagt, Ausgabenmittel, d. h. Substanzen, bestimmt die Ausgaben des Körpers zu decken, ohne daß der Capitalstock der vorhandenen Körpersubstanz angegriffen würde.

Man sieht auf den ersten Blick, daß eine solche Ansicht der Natur nicht entsprechen würde; daß vielmehr die eingenom-

menen Subſtanzen, wenigſtens ihrem größten Theile nach, zum Wiederaufbau der zerſtörten Körperſubſtanz benutzt werden müſſen; daß demnach die tägliche Einfuhr nicht der gleichzeitigen Ausgabe entſpricht, ſondern, um mich des Bildes weiter zu bedienen, eine Zeit lang in Caſſa bleibt, bis eine ſpätere Ausgabe aus ihr hervorgeht. Nichts deſto weniger iſt es dennoch wahrſcheinlich, daß ein kleiner Bruchtheil der eingenommenen Subſtanzen unmittelbar, ohne zum Wiederaufbau der Gewebe benutzt zu werden, durch Verbrennung wieder ausgeſtoßen wird. Wir erwähnten oben der exceptionellen Stellung der Leber, aus der uns der Schluß hervorging, daß ein Theil der Galle in der Leber ſelbſt gebildet werde. Wir erwähnten beſonders noch der Zuckerbildung, deren Sitz die Leber iſt, und wir zeigten, daß dieſer Zucker, den die Lebervenen in den allgemeinen Blutſtrom überführen, in der Lunge wieder verſchwindet. Dieſe Thatſachen bieten offenbar einen ſicheren Haltpunkt und weiſen auf das Ueberzeugendſte nach, daß ein gewiſſer Bruchtheil der eingenommenen Subſtanzen, ohne eine Zwiſchenformung in den Geweben durchzumachen, eine rein chemiſche Metamorphoſe in dem Kreislaufe erleidet und nach dieſer Metamorphoſe ausgeſchieden wird. Wahrſcheinlich iſt es, daß bei Pflanzenkoſt und gemiſchter Nahrung dieſe chemiſche Umwandlung nur die mit dem Zucker zunächſt verwandten Stoffe, die ſtärkemehlartigen Subſtanzen, betrifft. Da aber auch bei reiner Fleiſchnahrung die Zuckerbildung in der Leber ſtattfindet, ſo iſt es klar, daß auch eiweißhaltige Subſtanzen in ſolcher Weiſe als Schutzmittel gegen den Eingriff des Sauerſtoffes verwendet werden können. Leider beſitzen wir noch kein Maß, um die Menge des auf dieſe Weiſe unmittelbar bereiteten Zuckers, alſo den Bruchtheil der als Schutzmittel verwendeten Nahrung, beſtimmen zu können. Und wenn man auch behaupten könnte, daß die Menge der abgeſonderten Galle ein ſolches Maß zu liefern im Stande ſei, ſo müßte doch eine ſolche Behauptung genauer erhärtet werden. Es iſt wahrſcheinlich, daß im geſunden Zuſtande dieſes Maß ein beſtimmtes iſt, welches im Verhältniß zu der Körpermaſſe ſteht und nur geringen

Schwankungen unterworfen ist. Jedenfalls bildet es aber nur einen kleinen Theil des wirklichen Umsatzes der eingenommenen Nahrungsmittel, während der größte Theil derselben zum Wiederaufbau der abgenutzten Körpersubstanz verwendet, und, wenn Ueberschuß vorhanden ist, als Reservefonds besonders in der Gestalt von Fett niedergelegt wird.

Schon oben machten wir darauf aufmerksam, daß in allen Flüssigkeiten des Körpers, in allen festen Bestandtheilen desselben auch dann noch Fett enthalten ist, wenn dasselbe nicht in besonderer Form nachweisbar ist. Dieses chemisch gebundene Fett, welches einen integrirenden Bestandtheil speziell morphologisch ausgebildeter Gewebe macht, bildet natürlich eine constante Größe, die im Verhältniß zu der Masse dieser Gewebe steht, und die, wie wir aus den Resultaten der Versuche über das Verhungern sahen, mit äußerster Hartnäckigkeit der Verzehrung widersteht. Anders verhält es sich mit demjenigen Fette, welches in eigener Form, in Gestalt von Bläschen, die mit Zellhüllen umgeben sind, in den Zwischenräumen der Gewebe und namentlich unter der Haut, in dem Gekröse und den Netzen, sowie zwischen den Muskeln abgelagert ist. Die Menge dieses Fettes bildet eine äußerst variable Größe. Sie steigt mit dem übermäßigen Gebrauche fettbildender Nahrungsmittel und sinkt wieder bei mangelnder Einnahme. Die Abmagerung, mag sie nun durch Hunger oder durch andere Ursachen bewirkt werden, betrifft immer zuerst diesen Reservefonds, welcher bis auf die Neige verzehrt wird, während die anderen Gewebe in weit geringerem Grade angegriffen werden. Nichts desto weniger bleibt auch hier stets ein kleiner Rest und zwar an solchen Stellen, wo dieses frei angehäufte Fett eine nothwendige Bedingung der Funktion ist, wie z. B. in der Augenhöhle, wo die Bewegungen des Augapfels ohne das vorhandene Fettpolster nicht Statt finden könnten. Der größte Theil des Fettes aber wird ohne Zweifel unmittelbar verbrannt und in Form von Kohlensäure und Wasser nach Außen geführt.

Betrachtet man die Ausgaben eines hungernden Thieres, so sieht man leicht, daß dieselben nicht einzig durch Verzehrung des aufgespeicherten Fettes gedeckt werden können. Die Ausscheidung einer bestimmten Quantität Harnstoff, der nothwendig das Resultat der Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen sein muß, dauert auch bei dem Hungern beständig fort. Es muß somit beständig eine gewisse Menge stickstoffhaltiger Substanzen des Körpers zersetzt werden. Das Maß dieser Zersetzung bleibt sich in den ersten Tagen des Hungers ziemlich gleich, und hierauf gestützt hat man eine Unterscheidung zwischen derjenigen Menge von Nahrungsstoffen, welche zur Deckung des Verlustes beim Hungern nöthig ist, und derjenigen, die darüber hinaus aufgenommen wird, versucht. Man hat diese letztere Menge von Nahrungsmitteln, die über den zur Deckung des Verlustes beim Hungern nothwendigen Verbrauch hinausgehen, den Luxusverbrauch genannt. Es giebt aber kein Thier, bei welchem nicht ein Luxusverbrauch in diesem Sinne stattfände. Und es wäre doch wahrlich der Begriff des Luxus zu weit ausgedehnt, wenn man behaupten wollte, daß der Proletarier bei der unzureichenden und unzweckmäßig gemischten Nahrung, die er sich mit größter Mühe verschafft, auch noch obendrein dem Luxus huldige. Denn besser würde es sein, nur denjenigen Verbrauch als Luxusverbrauch zu bezeichnen, der entweder zum Auffspeichern des Reservefonds von Fett in dem Körper dient, oder aber in den Verdauungsorganen nicht bewältigt und unverarbeitet abgeschieden wird. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die reicheren Schichten der menschlichen Gesellschaft nicht nur mehr consumiren, als sie zum Ersatz ihres Stoffwechsels nöthig hätten, mehr, als sie in Form von Fett auffspeichern können, sondern daß sie auch überhaupt mehr einnehmen, als die Verdauungsorgane zu bewältigen im Stande sind. Da nun dieses Mehr auch die stickstoffhaltigen Bestandtheile ihrer Nahrung beschlägt, so ist der Koth solcher Luxusconsumenten gewiß weit reicher an Stickstoff, als derjenige der ärmeren Klassen, die mit größtem Aufwande an Verdauungskraft aus Kartoffeln, Rüben und ähnlichem Zeuge

die wenigen blutbildenden Substanzen ausziehen müssen, die darin enthalten sind. Wenn auch vergleichende chemische Untersuchungen in dieser Hinsicht fehlen, so hat doch die Praxis in denjenigen Ländern, in welchen der Menschenkoth fast alleiniges Düngungsmittel ist, das Richtige zu finden gewußt. So pflegen in Nizza die Ackerbauer den Inhalt der Abtrittsgruben zu kaufen, deren Werth man nach der Zahl der Hausbewohner berechnet. Der Inhalt der Kasernenabtritte wird aber durchschnittlich nur halb so theuer bezahlt, als derjenige der Häuser, die von den reichen Fremden bewohnt sind. Für einen Soldaten, dessen Koth fast nur stickstofflose Substanzen enthält, zahlt der Bauer eine jährliche Rente von 4 bis 5 Franken an den Grubenbesitzer, für einen fremden Luxusconsumenten hingegen, der eine Menge Stickstoff unbenutzt durch seinen Körper hindurchjagt, findet man 8 bis 10 Franken nicht zu viel.

Will man die in dem Körper vor sich gehenden Metamorphosen verfolgen, so müssen zwei verschiedene Untersuchungsmethoden mit einander Hand in Hand gehen. Einerseits die chemische, welche die Umsetzung der Stoffe an sich verfolgt und nachzuweisen versucht, durch welche Zwischenstufen z. B. das Eiweiß durchgehen müsse, das sich vielleicht bei dem Verbrauch innerhalb des Körpers zuerst in Harnstoff und Gallenbestandtheile spaltet, und dann durch Verbrennung der letzteren auch zu dem Athemprozesse sein Contingent liefert. Durch Berechnung aus der Gallenmenge, die in 24 Stunden ergossen wird, hat man gefunden, daß etwa 5 Prozent der Ausgaben von Stoffen herrühren, welche in der angegebenen Weise eine Zwischenmetamorphose in der Leber erfahren, und daß dieser Zwischenkreislauf durch die Leber hauptsächlich die kohlenstoffhaltigen Substanzen, sowie den Schwefel der eiweißstoffigen betrifft, während die übrigen 95 Prozent durch direkten Stoffwechsel innerhalb des Bereiches des großen Kreislaufes ihrem Endziele entgegen geführt werden. Die Feststellung der Zwischenstufen aber, welche die chemischen Körper durchlaufen, ist eine wesentliche Aufgabe der heutigen physiologischen Chemie, und deßhalb

besonders erschwert, weil dieselbe in mikroskopischen Formelementen vor sich geht, und Stoffe erzeugt, deren Reaktionen zu unsicher sind, um in solchen kleinen Mengen gehörig erkannt werden zu können. Es würde uns zu weit führen, wollten wir auf diejenigen chemischen Metamorphosen näher eingehen, die bis jetzt untersucht und gekannt sind, zumal da noch viele Lücken in dieser Kenntniß aus dem angegebenen Grunde sich finden.

Viele Schwierigkeiten stellen sich auch der Erkenntniß der Umbildung in den Formelementen des Körpers entgegen. Die Deutung der einzelnen Gestaltänderungen, welche man an diesen Formelementen bemerkt, ist meist zweifelhaft, da man oft nicht weiß, ob sie der Neubildung oder dem Zerfallen angehören. Die Veränderungen selbst sind oft so gering, daß man nicht sicher ist, ob sie durch den Lebensprozeß selbst, oder durch die Behandlung des Gegenstandes erzeugt sind.

Man glaubte in den festen Organen des Körpers, in den Knochen und Zähnen, ein Mittel gefunden zu haben, der Ernährung Schritt für Schritt nachzugehen. Man hatte beobachtet, daß nach Fütterung mit Krapp und Färberröthe die Knochen, besonders junger Thiere, sich mehr oder minder intensiv roth färbten. Fütterte man nun abwechselnd mit der Nahrung während einiger Zeit Krapp und ließ nachher denselben weg, so fand man auf Durchschnitten der Knochen abwechselnd rothe und weiße Ringe, die den einzelnen Fütterungsperioden entsprachen. Diese Schichten sollten allmählich von Außen, von der Beinhaut aus, nach Innen gegen die Markhöhle rücken und dort verschwinden. Diese Wanderung sollte nach der Meinung einiger Forscher den besten Beweis dafür ablegen, daß die Knochenelemente in einem beständigen Umsatze sich befänden, durch welchen von der Beinhaut aus stets neue Schichten abgesetzt würden, während von der Markhöhle aus eine beständige Aufsaugung einwirke. Bei der Umlegung von Platindrähten oder Plättchen, die man zwischen die Beinhaut und den Knochen schob, fand man ein ähnliches Resultat. Diese Körper wanderten allmählich von der Außenseite des Knochens nach Innen und gelangten

zuletzt in die Markhöhle, ohne daß man eine Verdickung des Knochens bemerkt hätte. Wären die Verhältnisse so einfach, wie die ersten Versuche sie darzustellen schienen, so hätte man allerdings hier ein genaues Zeitmaß für den Stoffwechsel in den Festgebilden sich verschaffen können. Man mußte sich aber bald überzeugen, daß die rothe Färbung der Knochen daher rühre, daß der in dem Blute kreisende Farbestoff mit dem phosphorsauren Kalke der Knochen eine schwer lösliche Verbindung eingeht, die allmählich bei dem Aufhören der Krappfütterung von dem Blute wieder ausgewaschen wurde, ohne daß das Knochengewebe selbst bei diesem Prozesse eine sichtbare Aenderung erleide. Diese Auswaschung mußte natürlich am stärksten da stattfinden, wo das meiste Blut cirkulirte, ebenso wie auch der Absatz in den blutreichen Stellen der Knochen am stärksten sein mußte, und da dieses in der Nähe der Beinhaut der Fall ist, so wurde die Schichtenbildung ganz einfach durch den abwechselnden Absatz und die Wegschwemmung des Farbestoffes bedingt. Das Knochengewebe selbst aber erschien in seinen Formelementen nur äußerst wenig wandelbar, und aus den schon erwähnten Fütterungsversuchen mit Substanzen, die keine Aschenbestandtheile enthalten, geht deutlich hervor, daß der Umsatz in ihm nur sehr gering ist und verhältnißmäßig langer Zeiträume bedarf.

So ward man denn wieder auf die weichen Theile hingewiesen, an denen freilich einen bestimmten Maßstab herzustellen nicht leicht war. Von vorneherein muß man sich sagen, daß in dem Blute, welches allen Umsatz vermittelt, auch in der That der stärkste Umsatz stattfinden müsse, und es war wahrscheinlich, daß die Blutkörperchen keine unveränderlichen Größen, sondern einem beständigen Prozesse der Umbildung unterworfen seien. Man sah in der Lymphe mit dem Aufsteigen durch den Milchbrustgang und dem Annähern an die Blutbahn selbst die Körperchen stets mehr sich röthen und den Blutkörperchen ähnlich werden. Man glaubte in den Blutkörperchen selbst manche Vorgänge zu sehen, die man auf ein allmähliches Zerfallen derselben zu deuten suchte. Man glaubte endlich in der Leber und

in der Milz die Organe gefunden zu haben, in welchen die Einen, wie sie sich auszudrücken beliebten, die Blutkörperchen massenhaft zu Grunde gehen ließen, während Andere wieder dieselben Erscheinungen, die man als den Todesprozeß der Blutkörperchen auffaßte, in umgekehrter Reihenfolge als die verschiedenen Momente ihrer Entstehung deuteten. Bei der Kleinheit der menschlichen Blutkörperchen und ihrer großen Empfindlichkeit gegen Reagentien konnte man über solche Punkte lange streiten, ohne ins Reine zu kommen. Aber ein Resultat mußte doch gefunden werden, denn man hatte sich auf das Deutlichste durch Zählungen überzeugt, daß in der That der Regenerationsprozeß der Blutkörperchen mit der Nahrungsaufnahme gleichen Schritt halte. Drei bis vier Stunden nach dem Mittagsmahle fand man die höchste Verhältnißzahl, sechs bis sieben farblose Lymphkörperchen auf je 2000 Blutkörperchen. Nach geschehener Verdauung nahm die Zahl ab, und endlich etwa 12 Stunden nach dem Essen fand man nur fünf farblose Lymphkörperchen im Verhältniß zu derselben Zahl von Blutkörperchen.

Neuere Untersuchungen an Fröschen, bei denen die Elemente des Blutes ihrer bedeutenderen Größe wegen ein leichteres Objekt bieten, haben zur Lösung dieser Frage wesentlich beigetragen. Wir erwähnten schon oben, daß man bei Fröschen trotz der Wegnahme von Leber und Milz das Leben Wochen lang erhalten könne, und daß nach dieser Operation der Kohlensäureertrag der Athmung um ein Bedeutendes sinke, die Rückbildung und Verbrennung der Gewebe also durch die Existenz der Leber und Milz begünstigt werde. Man fand nun, daß bei solchen entleberten Fröschen der Verlust der Leber eine außerordentliche Vermehrung der farblosen und mithin eine beträchtliche Verminderung der farbigen Blutkörperchen nach sich ziehe. Frösche, die zugleich der Milz und der Leber beraubt sind, besitzen ungleich mehr farblose Blutkörperchen im Verhältniß zu den farbigen, als unversehrte. Das Verhältniß stellt sich bei den entleberten und entmilzten Fröschen wie 1 : 4, bei den gesunden wie 1 : 8, und bei Fröschen, denen man nur die Leber weg-

genommen hat, wie 2 : 5. Es geht hieraus auf das Deutlichſte hervor, daß in der Leber ein bedeutender Umwandlungsprozeß der Blutkörperchen ſtattfindet, indem dort die farbloſen Körperchen in farbige übergehen. Auch dieſen Prozeß hat derſelbe genaue Beobachter hinſichtlich der Formenentwickelung genauer verfolgt. Die farbloſen Blutkörperchen des Froſches ſind rund, ſchwach körnig, mit einem ſchärfer gekörnten runden Kerne verſehen. Nach mancherlei oft bizarren Geſtaltsveränderungen werden ſie mehr länglich, der Kern zerfällt, bildet einzelne tropfenähnliche Körner, die nach und nach verſchwinden, während die Zelle ſelbſt ſich allmählich roth färbt. Bemerkenswerth iſt es, daß dieſer Prozeß der Formbildung ganz in ähnlicher Weiſe ſich bei der Froſchlarve wiederholt, und die Ausbildung der Blutkörperchen aus urſprünglichen Embryonalzellen ganz dieſelben Stufen durchläuft.

Es würde zu weit führen, wollten wir hier auf diejenigen Erſcheinungen näher eingehen, welche, in den übrigen Formelementen des Körpers auftretend, auf einen ſteten Wechſel derſelben ſchließen laſſen. Wir müſſen offen geſtehen, daß die Beobachtung in dieſer Hinſicht bis jetzt nur ſehr wenige Reſultate geliefert hat, und daß wir ſo auch trotz des Mikroſkopes hier noch vor einem ganzen Cyklus von Metamorphoſen ſtehen, von welchen uns vor der Hand nur die Endreſultate bekannt ſind. Wenn ein Chemiker geſagt hat, daß wir die Erſcheinungen des Zerfallens der organiſchen Subſtanzen mit weit leichterer Mühe verfolgen können, als diejenigen des Aufbaues, ſo müſſen wir von unſeren anatomiſchen Hülfsmitteln bekennen, daß wir zwar die gegebene Form durch ſie leicht erkennen können, daß uns aber große Schwierigkeiten entgegen ſtehen, wenn wir den Aufbau, noch größere, wenn wir den Zerfall der Organe uns klar machen wollen.

Neunter Brief.

Die thierische Wärme.

Linné hat in seiner Eintheilung der höheren Thiere hauptsächlich auf einen Charakter Rücksicht genommen, der jedem Kinde bekannt ist, nämlich auf die Wärme des Blutes, und danach zwei Hauptgruppen: warmblütige und kaltblütige Thiere, aufgestellt. Der unangenehme Eindruck, den wir empfinden, wenn wir die Haut eines Frosches oder Fisches berühren, der Widerwillen, den viele Personen gegen die Annäherung eines solchen Thieres zeigen, ist tief begründet in der Aehnlichkeit ihrer Temperatur mit der eines Leichnames. In den todten Körpern der Menschen, der Säugethiere, ist ebenfalls die Wärme geschwunden, welche das Resultat des Lebens war, und in dem lebenden Reptil, Lurch oder Fisch findet zwar während des Lebens eine Wärmeentwickelung Statt, die aber so schwach ist, daß sie unsere Hand nicht mehr fühlt. Es deutet dies auf einen bedeutenden Unterschied in dem Lebensprozesse der Wirbelthiere hin; denn die Produktion der Wärme ist nichts Zufälliges, sie ist auf das Innigste mit dem Leben verbunden und bei den höheren Thieren eines der wesentlichsten Resultate des Lebensprozesses. Gerade darum aber, weil diese Wärme eben nur als eines der letzten Resultate auftritt und mit allen einzelnen Phänomenen dieses Prozesses in Verbindung zu stehen scheint, eben deßhalb ist auch ihre Erzeugung einer der dunkelsten Punkte in der Physiologie. Man kann kaum einen Eingriff in die

geringſte Funktion des Körpers wagen, kaum eine Aenderung dieſes oder jenes ſcheinbar vereinzelten Phänomens beobachten, ohne zugleich eine Veränderung des Wärmegrades eines einzelnen Theiles oder des Geſammtkörpers wahrzunehmen. Man hat nun, wie es ſcheinen will, viel zu häufig den Fehler begangen, je nachdem man dieſe oder jene Quelle der Wärme entdeckte, dieſer auch allein die Produktion derſelben zuzuſchreiben, und nur zu oft den Erfahrungsſatz außer Augen gelaſſen, nach welchem gleiche Urſachen auch gleiche Wirkungen bedingen, nie aber gleiche Wirkungen auch auf gleiche Urſachen ſchließen laſſen. Das Holz geräth ins Brennen, ob man es nun nach der früheren Weiſe civiliſirter Nationen mit einem in Schwefel getauchten Zündhölzchen, oder nach Art der Wilden durch heftiges Reiben in Flammen ſetze; der chemiſche Prozeß, wie der mechaniſche Effekt, ſo verſchieden ſie auch in ſich ſein mögen, haben durchaus dieſelbe Wirkung —; wäre es nicht thöricht, behaupten zu wollen, daß man nur mittelſt Zündhölzchen anbrennen könne? — Man kann nicht läugnen, daß die Phyſiologen oft in dieſen Fehler gefallen ſind; der Eine, der durch Muskelbewegung Wärme erzeugt werden ſah, wollte dem Andern nicht glauben, der den chemiſchen Umwandlungen im Körper ebenfalls excluſiv die Wärmeerzeugung zuſchrieb. Ein vernünftiger Vergleich beider ſtreitenden Partheien, wo jede ein Weniges nachgelaſſen hätte, würde vielleicht den Streit zu Ende gebracht haben.

Man mißt die Temperatur des thieriſchen Körpers überhaupt meiſt an Orten, wo die Thermometerkugel in Oeffnungen eingeführt werden kann. So meiſtens im Munde unter der Zunge, im After, in der Achſelhöhle u. ſ. w. Die mittlere Temperatur eines Erwachſenen an dieſen Stellen beträgt etwa 37,2 Grade des hunderttheiligen Thermometers, oder 29,8 des Réaumur'ſchen, während an freien Hautſtellen dieſe Temperatur um einige Grade ſinkt, und im Durchſchnitte nur 34,1 Celſius oder 27,3 Réaumur beträgt.

Meſſungen der verſchiedenen Körpertheile ergeben ein Reſultat, welches mit den Schlüſſen, die man a priori machen könnte,

vollkommen im Einklang ſteht. Es iſt begreiflich, daß Theile des Körpers, welche eine größere Oberfläche darbieten, aus denen mithin mehr Wärme ausſtrahlen kann, ſich ſchneller abkühlen, als andere, die nur eine ſehr geringe Oberfläche beſitzen. Im Allgemeinen ſind noch die einzelnen Theile in der Beziehung vortheilhaft gebaut, daß ſie mehr oder minder regelmäßige Cylinder darſtellen, wie der Rumpf, die Arme und Beine, oder ſelbſt Formen, welche derjenigen der Kugel nahe kommen, mithin bei größtem Rauminhalte die kleinſte Oberfläche darbieten. Nichts deſto weniger iſt der Wärmeverluſt, den die Enden der Extremitäten, die Finger, Zehen, Hände und Füße erleiden, ſo bedeutend, daß an der Fußſohle z. B. die Temperatur nur 32°,3 C. beträgt. Einen Schutz gegen ſolchen Verluſt verſchafft uns die Bedeckung mittelſt ſchlecht leitender Körper, wie Wolle, Federn, Haare u. ſ. w. Alle dieſe Stoffe zeichnen ſich durch die Eigenſchaft aus, daß die Wärme ſie nur ſehr ſchwer durchdringt, aber auch eben ſo ſchwer von ihnen mitgetheilt wird. Ein Stück Metall, das an dem einen Ende glühend iſt, kann nicht ohne Schaden an dem anderen Ende angefaßt werden; ein Holzbrand dagegen, der unten brennt, zeigt wenige Zolle davon kaum eine merkliche Erhöhung ſeiner Wärme.

Ein Metall aber kühlt ſich ſchnell ab, giebt die Wärme, die es erhalten, eben ſo ſchnell ab, als es ſie in ſeinem Innern weiter leitete, während ein ſchlechter Leiter ſie eben ſo lange erhält, als er ſie langſam in ſich aufnimmt. In unſeren Climaten, wo die mittlere Jahrestemperatur etwa um 20 Grade tiefer ſteht, als diejenige des Körpers, bedarf es mithin eines Schutzes, und dieſen ſuchen wir ihm durch Kleider, Pelzwerk, Federdecken zu gewähren. Bei den Thieren, welche die nordiſchen und gemäßigten Klimate bewohnen, hat die Natur in ähnlicher Weiſe geſorgt. Die Fiſchſäugethiere ausgenommen, über deren Organiſation und Lebensverhältniſſe wir überhaupt nur ſehr wenige Kenntniſſe beſitzen, ſind alle Thiere der kälteren Zonen mit dichtem Pelz oder Federüberzügen verſehen, deren Dichtigkeit bekanntlich im Winter um ein Bedeutendes zunimmt. Man

würde vergeblich außerhalb der warmen Zonen Thiere mit nackter, kahler Haut ſuchen, welche in der Nähe des Aequators ſo häufig vorkommen. Ich will damit keineswegs behaupten, daß die Natur den Thieren einzig nur deßhalb Federn und Haare auf dem Leibe wachſen laſſe, um ſie fein warm zu halten; es giebt an dem Aequator Thiere, die ein eben ſo ſchönes Pelzwerk beſitzen als andere an den Polen, und neben Affen mit langen dichten Wollhaaren klettern andere in den Urwäldern Amerika's umher, die faſt nackt ſind.

Man hat bekanntlich viel von dem kälteren Blute der Nordländer, dem heißeren der Südländer geſprochen, und die Poeten namentlich haben dies Kapitel auf das Reichlichſte ausgebeutet. Die Eiferſucht, Rachſucht, kurz alle Triebe und Leidenſchaften, welche bei einzelnen Völkern mehr oder minder ausgeprägt ſcheinen, werden auf Rechnung der Wärme des Blutes geſchoben. Mit dieſen phyſiologiſchen Eroberungen nicht zufrieden, ging ein Dichter aus der Zeit des Becker'ſchen Rheinliedes ſogar ſo weit, auch die Farbe des Blutes bei den verſchiedenen Raçen verſchieden zu finden, und den Germanen blaues, den Franken rothes Blut zu vindiciren. Ich weiß nicht, ob ſich dieſe Behauptung auf genauere Beobachtungen ſtützt; — was die Temperatur des Blutes betrifft, ſo kann man ziemlich dreiſt behaupten, daß ſolche Verſchiedenheiten nicht exiſtiren, und daß die kleinen Abweichungen, welche man bei den Völkern der entlegenſten Zonen getroffen hat, nicht größer ſind als die Verſchiedenheiten, welche man bei einzelnen Individuen findet. Der Malaye, deſſen wüthende Leidenſchaften zum Sprüchwort geworden ſind, zeigt keine größere Wärme des Blutes, als der geduldige Hottentotte, und wenn auch die Unterſuchungen der Naturforſcher über dieſen Punkt noch nicht alle wünſchenswerthe Ausdehnung erhalten haben, ſo darf man doch ſchon jetzt den Dichtern und Nationalökonomen den Rath geben, andere Gründe für die Charakterverſchiedenheit der Raçen und Völker zu ſuchen.

Aus vielfachen vergleichenden Unterſuchungen geht hervor, daß Männer und Weiber faſt genau die gleiche Temperatur haben, indem bei den Frauen der geringere Stoffwechſel durch geringere Wärmeausſtrahlung compenſirt wird. Das Alter hat keine unbedeutenden Einflüſſe auf die Wärme des Körpers. Unmittelbar bei der Geburt iſt dieſelbe am höchſten, ſinkt aber ſchnell in den erſten Stunden, um ſich, ſobald einmal Athmung und Kreislauf vollſtändig hergeſtellt ſind, etwa auf derſelben Höhe bis zum Eintritt der Reife zu erhalten. Von dem zwanzigſten Jahre an ſinkt die Wärme zwar nur ſehr unbedeutend, doch allmählich bis etwa zu dem ſechzigſten, wo ihr tiefſter Stand Statt findet. Bei Greiſen ſteigt ſie wieder und zwar ſo ſehr, daß ſie das Maß des kindlichen Alters erreicht. Dies ſcheint freilich im Widerſpruche zu ſtehen mit dem Sinken des Lebensprozeſſes überhaupt bei den Greiſen. Man darf aber nicht vergeſſen, daß der Produktion der inneren Wärme durch einen äußeren Faktor, durch Ausſtrahlung und Verdunſtung auf der Haut entgegengearbeitet wird, und daß bei den Greiſen die Haut ſtets welk, zuſammengefallen, und die abkühlende Schweißbildung und Ausdünſtung auf ein Minimum beſchränkt iſt. Periodiſche Schwankungen während des Tages finden allgemein Statt und ſcheinen ſelbſt in gewiſſem Grade unabhängig von der Lebensweiſe. Merkwürdiger Weiſe ſind dieſe täglichen Schwankungen größer, als die Unterſchiede zwiſchen den mittleren Temperaturen in verſchiedenem Alter, denn ſie betragen faſt 1 Grad R., während der Unterſchied zwiſchen der höchſten Temperatur zur Zeit der Reife im vierzehnten Jahre bis zum ſechzigſten nicht ganz ½ Grad beträgt. Die Temperatur erhebt ſich des Morgens nach dem Erwachen ziemlich ſchnell und erreicht ihren erſten Höhepunkt um die 11. Vormittagsſtunde; ſie ſinkt in den darauf folgenden Stunden ein wenig, bis die Zeit des Mittagsbrodes den Ausgangspunkt eines neuen Anſteigens bildet, welches um die 6. bis 7. Nachmittagsſtunde ſeinen Gipfel erreicht. Von dieſem, welcher zugleich der Höhepunkt für den ganzen Tag iſt, an, ſinkt dann die Temperatur faſt ſtetig während der Abend-

und Nachtſtunden, und erreicht während des Schlafes um die 4. Nachmitternachtsſtunde ihren niedrigſten Stand. Um mich eines verſtändlichen Bildes zu bedienen, macht alſo die Temperatur im Laufe des Tages eine doppelte Welle. Der Wellenberg der kleineren fällt in die 11., ihr Thal in die 2. Mittagsſtunde; der Berg der größeren in die 6. Nachmittagsſtunde, das Thal derſelben in die 4. Nachmitternachtsſtunde. Es ſtehen dieſe Schwankungen in dem genaueſten Zuſammenhange mit dem Pulſe, deſſen Häufigkeit ganz denſelben gleichzeitigen Schwankungen unterliegt, und dadurch auch mit der Athmung, da, wie wir geſehen haben, die Häufigkeit der Athembewegungen ſtets in einem gewiſſen Verhältniß zu derjenigen des Pulſes ſteht.

Die Temperaturverſchiedenheiten der inneren Theile des Körpers können natürlich nicht bei lebenden Menſchen unterſucht werden, und auch bei Thieren ſind bis jetzt nur wenige Verſuche mit zuverläſſiger Genauigkeit angeſtellt worden. Es iſt zu beklagen, daß wir hier keine Thatſachen in großer Zahl beſitzen, die freilich genau genug geſammelt ſein müßten, um ſehr kleine Verſchiedenheiten von einem Zehntel und ſelbſt einem Zwanzigſtel Grad mit Sicherheit angeben zu können; ſolche Verſuche würden mehr, als lange Seiten theoretiſcher Abhandlungen, auf ſichere Schlüſſe über den eigentlichen Ort der Wärmeerzeugung führen. Die bis jetzt bekannten Verſuche ergeben nur ſehr wenig Reſultate. So ſoll das Blut der Halsſchlagader beinahe um einen Grad höher temperirt ſein, als dasjenige der Halsvene; Lunge und Leber ebenfalls um einen Grad höher, als Gehirn und Magen, und während einerſeits die meiſten Beobachter behaupteten, das linke Herz ſei um einen halben bis ganzen Grad wärmer, als alle übrigen Körpertheile, fanden anderſeits nicht minder glaubwürdige Beobachter das Blut der rechten Herzkammer um einen halben Grad wärmer, als das durch die Athmung abgekühlte Blut der linken Herzkammer. Iſt dieſe letztere Beobachtung richtig, ſo dürfte es auch wahrſcheinlich ſein, daß das venöſe Blut überhaupt etwas wärmer wäre, als das arterielle, das die Produkte des Umſatzes der

Gewebe noch nicht in ſich aufgenommen hat. Die meiſten Beobachter wollen aber gefunden haben, daß die Arterien um etwas mehr als einen halben Grad wärmer ſind, als die ſie begleitenden Venen, und Mancher ſchließt daraus gerade entgegengeſetzt, daß das linke Herz eine Wärmequelle ſei, von welcher aus das geheizte Arterienblut in alle Theile des Körpers ſtröme.

Die Athmung iſt ohne Zweifel einer der wichtigſten Hebel zur Erzeugung der Wärme. In allen Fällen, wo die Athmung ſinkt, wo die Athemzüge in längeren Intervallen folgen, nur kurz ſind, und an Intenſität, Tiefe und Schnelligkeit abnehmen, in allen dieſen Fällen ſinkt auch die Temperatur des Körpers raſch und oft ſelbſt mit auffallender Schnelligkeit. Jeder hat wohl ſchon dieſe Beobachtung bei Individuen gemacht, welche in Ohnmacht fallen, wo die Athemzüge faſt gänzlich verſchwinden, der Herzſchlag ſich vermindert und eiſige Kälte ſich über den Körper verbreitet. Beiläufig geſagt, iſt dadurch auch ein Mittel gegeben, eine wahre Ohnmacht von einer verſtellten zu unterſcheiden. Wir können zwar willkürlich den Athem einhalten und uns ſo gewöhnen, daß wir denſelben nur unmerklich und in großen Intervallen ſchöpfen; allein willkürlich kalt zu werden iſt noch keinem Menſchenkinde gelungen; ſogar den Frauen nicht, welche zuweilen in Darſtellung künſtlicher Ohnmachten eine anerkennenswerthe Virtuoſität beſitzen.

In weit ausgedehnterem Maße aber laſſen ſich dieſe Erſcheinungen bei denjenigen Thieren beobachten, welche in Winterſchlaf ſinken. Ich habe ſelbſt Gelegenheit gehabt, den kleinen Siebenſchläfer, die ſogenannte Haſelmaus, in ihrem Schlafe zu beobachten, und genaue Unterſuchungen darüber ſind vor nicht langer Zeit von einem meiner Freunde veröffentlicht worden. Sobald das Thier ſchläft, ſo werden ſeine Athemzüge ſo ſelten und ſo ſanft, daß es kaum möglich iſt, ſie zu beobachten; das Herz ſchlägt nur äußerſt ſchwach und kaum fühlbar. Unmittelbar nach dem Einſchlafen ſinkt auch die Eigenwärme des Thieres, und zwar allmählich ſo tief, daß ſie kaum ein Weniges über der Temperatur des umgebenden Raumes ſich erhält. So bleibt

das Thier während ſeines Schlafes. Sobald es aber erwacht werden die Athemzüge häufiger, der Herzſchlag raſcher und in kurzer Zeit ſteigt die Wärme höher und höher, bis ſie den Punkt erreicht, auf welchem ſie ſich beim wachenden Zuſtande ſtationär erhält. Ob das Thier unmittelbar vorher gefreſſen habe, oder nicht, hat auf die nachfolgenden Erſcheinungen durchaus keinen Einfluß; ſeine Temperatur ſinkt beim Einſchlafen in durchaus ähnlicher Weiſe.

Der Einfluß der Reſpiration auf Entwickelung der Wärme iſt demnach nicht zu verkennen; allein es fragt ſich, ob derſelbe unmittelbar iſt, ob der chemiſche Prozeß der Athmung ſelbſt Wärme bildet, oder ob vielmehr dieſe Funktion nur mittelbar wirkt, indem ſie mit anderen Thätigkeiten des Körpers in die engſte Verbindung tritt.

Es kann nicht geläugnet werden, daß in dem Körper eine Oxydation der durch die Nahrungsmittel eingeführten Stoffe vor ſich geht. Betrachten wir die in dem Darmkanal aufgenommenen Subſtanzen ihrer allgemeinſten Zuſammenſetzung nach, ſo ſtellt ſich heraus, daß alle eine beſtimmte Quantität Sauerſtoff enthalten, nie aber eine ſo große Menge dieſes Elementes, daß ſie hinreichend wäre, den Kohlenſtoff und den Waſſerſtoff, der ſich ebenfalls in den Nahrungsmitteln findet, vollſtändig zu verbrennen und in Kohlenſäure und Waſſer überzuführen. Auf der anderen Seite treten uns in den Auswurfsſtoffen des Körpers, und namentlich in den gasförmigen Produkten der Reſpiration, dieſe zwei vollſtändig oxydirten Stoffe hauptſächlich entgegen; die Athmung liefert Kohlenſäure und Waſſer. Es muß demnach offenbar in dem Körper eine Verbrennung des Kohlenſtoffes und des Waſſerſtoffes auf Koſten des durch die Reſpiration zugeführten Sauerſtoffes der Luft vor ſich gehen, und daß Verbrennung Wärme entwickele, iſt eine Thatſache, die nicht erſt bewieſen zu werden braucht. Die erſte Frage, welche hier geſtellt werden muß, iſt ohne Zweifel die: Genügt die auf die angegebene Weiſe entwickelte Wärmemenge, den Verluſt, welchen der Körper beſtändig durch Ausſtrahlen erleidet, zu decken?

Iſt es möglich, aus dieſer beſtändigen Verbrennung zu erklären, warum wir in den verſchiedenſten Temperaturen der umgebenden Luft dennoch ſtets dieſelbe Eigenwärme beibehalten, oder können noch andere Wärmequellen nachgewieſen werden?

Man hat approximativ ſo genau als möglich die Menge von Kohlenſtoff zu beſtimmen geſucht, welche in den Körper durch die Nahrungsmittel gelangt. Es müſſen ſolche Berechnungen ſtets etwas Schwankendes haben; denn ſelten wohl findet man Leute, die ſich zu einem durchaus regelmäßigen Regime hergeben wollen, die einen Tag um den andern genau dieſelbe Quantität Speiſen zu ſich nehmen möchten, und ohne zu wechſeln eine ſolche Lebensart Monate durchführen wollten. Unterſcheidet ſich doch, der Behauptung Beaumarchais' zu Folge, der Menſch neben anderen Charakteren gerade dadurch von den Thieren, daß er über den Durſt trinkt, und oft auch mehr ißt, als er Hunger hat. Aus der Verproviantirung der däniſchen Seeleute hat man berechnet, daß dieſelben etwa 23 Loth Kohlenſtoff in 24 Stunden verbrauchen, und für die engliſchen Seeleute gelangte man etwa auf die gleiche Zahl. Für die Gefangenen eines Zuchthauſes, welche gemeinſchaftlich und ſo viel wie möglich im Freien arbeiten, erhielt man den etwas geringeren Werth von 21 Loth und für Gefangene in Einzelhaft und Unterſuchungsarreſt die noch weit geringere Menge von 17 Loth, die auf eine zerſtörende Unterdrückung und Niederhaltung des Lebensprozeſſes deutet. Aus dieſer Verhältnißzahl ſchon kann man entnehmen, welche raffinirte Grauſamkeit unſer Zeitalter in Erfindung der lange fortgeſetzten Einzelhaft bethätigte. Fand doch derſelbe Beobachter, welcher dieſe niedrige Zahl des Kohlenſtoffverbrauches für die Einzelgefangenen berechnete, nach derſelben Methode für den Verbrauch einer Kompagnie Soldaten, deren Leben doch wahrlich nicht zu beneiden iſt, ein Mittelzahl von beinahe 28 Loth täglich, alſo ¼ mehr als bei den Einzelgefangenen! Und ſolchen Zahlen gegenüber müht man ſich noch ab, nachweiſen zu wollen, daß Menſchen durch die Einzelhaft gebeſſert und daß überhaupt dieſe Art und Weiſe der Behand-

lung den wohlthätigsten Einfluß auf ihre moralische Seite haben könne!

Kehren wir indeß zu unserem Gegenstande zurück. Man hat sich vielfach abgemüht, nachzuweisen, daß die Verbrennung der Kohlenstoffmenge, welche in den Körper eingeführt wird, hinreiche, um die Entwickelung von Wärme in demselben und den steten Verlust durch Ausstrahlung und Verdunstung zu decken.

Man ging dabei von dem Satze aus, daß eine gewisse Menge Kohlenstoff dieselbe Quantität Wärme entwickeln müsse, ob er nun direkt verbrannt werde, oder durch mancherlei Zwischenstufen verschiedenartiger Verbindungen dem Endziele der Verbrennung entgegen geführt werde. Allein gerade dieser Fundamentalsatz wird durch neuere Untersuchungen nicht bestätigt, während auf der anderen Seite die Quellen der Wärmeentstehung außerordentlich vermehrt werden durch die Erkenntniß, daß überhaupt gar kein Stoffumsatz, gar keine chemische Zersetzung, gar keine Bewegung der Moleküle stattfinden könne ohne gleichzeitige Entbindung von Wärme. Hat man dies einmal erkannt, so muß man einsehen, daß es unmöglich ist, auf experimentalem Wege das Maß der inneren Wärmeentwickelung im Körper anzugeben. Die Resultate der Ernährung, die wir erst in ihren Summen vor uns sehen, sind aus einer unendlichen Menge kleiner Pöstchen zusammengesetzt, deren Maß eben seiner Kleinheit wegen sich unseren Untersuchungsmitteln entzieht. Jedes Blutkörperchen, jedes Fäserchen, jedes Tröpfchen Flüssigkeit im Körper ist in beständiger Bewegung, in stetem Umtausche, in unausgesetzter Zerstörung und Neubildung begriffen. Jeder dieser Prozesse, an unendlich kleinen Theilen vor sich gehend, entwickelt eine unmeßbar kleine Menge von Wärme, deren Summe uns erst in für unsere Instrumente zugänglicher Größe entgegentritt. Aus eben so kleinen Posten summirt sich auch der Verlust, den der Körper durch Verdunstung von Flüssigkeiten, durch Verflüssigung fester Theile, durch Ausstrahlung und ähnliche Prozesse erleidet, und hier auch tritt uns erst die Summe dieser vielen unendlich kleinen Wirkungen entgegen.

Hat man ſich dieſe Verhältniſſe einmal klar gemacht, ſo hat man ſich ſchon gewiſſermaßen die Frage beantwortet, an welchen Ort denn der Heerd der Wärmeerzeugung hinzuſetzen ſei. Die ältere Meinung, welche namentlich ſeit Lavoiſier gäng und gäbe geworden war, ſchien freilich die einfachſte und ungezwungenſte. Nach dieſer fand die Verbrennung in der Lunge Statt; das venöſe Blut kreiſte, mit verbrennlichen Stoffen angefüllt, in der Lunge, trat dort in Wechſelwirkung mit dem Sauerſtoff der Atmoſphäre; was verbrennen konnte, verbrannte, und das durch dieſen Prozeß erhitzte arterielle Blut verbreitete ſich nun in dem ganzen Körper, überall hin ſeine Wärme tragend und vertheilend. Die Lungen waren demnach der thieriſche Ofen, und wie in einem mit Waſſerheizung verſehenen Hauſe vertheilten ſich die dort zuſammenlaufenden Heizröhren nach allen Theilen des Körpers.

Manche Umſtände jedoch ließen ſich ſchwer mit dieſer Annahme vereinigen, und namentlich darf man unter dieſen die Temperatur der Lungen ſelbſt in Anſchlag bringen. Die Hitze müßte in dieſen ſehr groß, jedenfalls um einige Grad höher ſein, als in den übrigen Theilen des Körpers. Die Erfahrung ſagt hier das Gegentheil; die Lungen ſind nicht wärmer als der Magen und alle anderen Eingeweide, welche in verſchloſſenen, wohlgeſchützten Räumen liegen. Man hätte die aus dieſer Thatſache abzuleitenden Schlußfolgerungen zwar noch umgehen können; mit dem Augenblick aber, wo durch den Verſuch nachgewieſen wurde, daß Thiere auch in anderen Gasarten als Sauerſtoff Kohlenſäure ausathmen; daß die Kohlenſäure in dem Blute ſchon exiſtirt, ehe dieſes nur in den Lungen ankommt und daraus dargeſtellt werden kann; mit dieſem Augenblick, ſage ich, mußte das ganze theoretiſche Gebäude fallen. Die Lungen konnten nicht mehr das Organ ſein, in welchem die Kohlenſäure gebildet wird, und da der eben erwähnten Anſicht nach die Erzeugung dieſes Oxydes die Urſache der Erwärmung des Körpers war, ſo mußte auch nothwendig der Ort, wo dieſe vor ſich geht, aus den Lungen verlegt und anderen Organen vindicirt werden.

Wenn indeß auch die Lungen der alleinige Wärmeheerd nicht ſind, ſo muß dennoch zugeſtanden werden, daß wenigſtens ein geringer Grad von Wärme darin entwickelt werden müſſe. Folgende Umſtände ſcheinen eine ſolche Annahme durchaus gebieteriſch zu verlangen.

Die Luft, welche wir einathmen, hat im Durchſchnitt in unſeren Zonen eine Temperatur von 10 bis 12 Graden, im Sommer mehr, im Winter weniger. Selten nur haben wir Hitzegrade, wo die Luft ſo warm wäre, als unſer Körper. Die ausgeathmete Luft hingegen hat die Temperatur unſeres Körpers, ſie iſt demnach innerhalb der Lungen bis auf dieſen Grad erwärmt worden; die Lungen müſſen eine gewiſſe Quantität Wärme durch dieſe Abgabe verloren haben, die um ſo größer ausfällt, je kälter die äußere Temperatur iſt. Im Winter muß demnach dieſer Verluſt an Wärme weit bedeutender ſein, als im Sommer, und je weiter im Norden wir leben, um ſo mehr muß er zunehmen, während umgekehrt, gegen den Aequator hin, dieſer Verluſt mehr und mehr abnimmt.

Ferner iſt die Luft, die wir einathmen, nur ſehr ſelten mit Waſſerdampf geſättigt. Sie iſt wohl nie vollkommen trocken, allein eben ſo ſelten auch tritt der entgegengeſetzte Fall ein. Die ausgeathmete Luft dagegen iſt vollkommen mit Waſſerdampf geſättigt, und dieſer Dampf kann nur durch Verdunſtung der innerhalb der Lungen befindlichen Flüſſigkeiten, d. h. des Blutes, geliefert werden. Nehmen wir nun auch an, daß ein Erwachſener täglich nicht mehr als ein halbes Pfund Waſſerdampf in ſeinen Lungen bilde (eine Annahme, die nach den jetzt vorliegenden Thatſachen eher zu gering, als zu hoch iſt), ſo erhalten wir dadurch ein Abkühlungsmoment, welches noch viel bedeutender einwirken dürfte, als die Erhitzung der eingeathmeten Luft. Denn es iſt bekannt, daß ein feſter Körper, welcher flüſſig wird, oder eine Flüſſigkeit, welche ſich in Dampf verwandelt, einer bedeutenden Quantität Wärme bedarf, um in ihren neuen Zuſtand überzugehen; daß dieſe Wärme, welche man die latente nennt, ſich an dem Thermometer nicht mehr fühlbar macht, und daß

ſomit die Verdampfung einer gewiſſen Quantität Waſſer in den Lungen eine bedeutende Abkühlung dieſer letzteren erzeugen müſſe. Dieſe Abkühlung aber kann in der That nicht nachgewieſen werden; die Lungen haben dieſelbe Temperatur, wie alle inneren Organe des Körpers, für welche dieſe außerordentlichen Momente der Abkühlung nicht eintreten, und es kann demnach mit vollem Rechte aus dieſer Thatſache gefolgert werden, daß in den Lungen noch eine beſondere Wärmequelle exiſtiren müſſe, welche, trotz des Umſtandes, daß ihnen beſtändig Wärme entzogen wird, ſie doch auf einer conſtanten Temperatur erhält.

Die Schwierigkeit, dieſe Quelle zu beſtimmen, fällt in die Augen. Die bis jetzt vorhandenen Thatſachen können auf keine ſolche leiten, zumal da der Präexiſtenz der Kohlenſäure in dem dunkeln, venöſen Blute wegen die unmittelbare Verbrennung des Kohlenſtoffes in den Lungen nicht ſtatuirt werden kann. Vielleicht indeß, daß dieſe Thatſache nicht abſoluten Werth hat, und daß zwar ein Theil der Kohlenſäure ſchon fertig zugeführt wird, ein anderer aber erſt in den Lungen ſich bildet. Auffallend iſt es wenigſtens, daß bei alten Leuten, bei welchen die Intenſität der Reſpiration bekanntlich ſehr abnimmt, ſich beinahe regelmäßig in den Lungen ſchwarze Maſſen abſetzen, welche faſt nur aus reinem Kohlenſtoffe beſtehen. Dieſe Abſätze von Kohlenſtoff ſind nicht allein krankhafte, geſchwulſtartige Anhäufungen, die man unter dem Namen von Melanoſen ſchon ſeit langer Zeit kennt; — ſie erſcheinen vielmehr in Form eines feinen Pulvers, das im Lungengewebe ſelbſt ſich anhäuft, und oft daſſelbe ſo erfüllt und in ſo hohem Grade unwegſam macht, daß es Aerzte giebt, welche den Tod der Alten zum großen Theile dieſer Anhäufung von Kohlenſtoff in den Lungen zuſchreiben. Sieht es nicht aus, als wenn hier der Kohlenſtoff, der bei der langſamen und unvollſtändigen Reſpiration in den Lungen nicht verbrennen konnte, in ſeiner urſprünglichen Form in dem Gewebe abgelagert würde?

Eine unzweifelhafte Quelle der Wärmeentwickelung im menſchlichen und thieriſchen Körper iſt noch außerdem in der Bewegung zu finden; allein leider erſcheint auch hier die genaue

Bestimmung dieses Faktors eben so schwierig und in ungemein weiten Grenzen schwankend, als die Anerkennung der Thatsache an sich allgemein ist. Angestrengtes Umherlaufen und Bewegung der Füße wärmt diese mehr und nachhaltiger, als Annäherung an das Kamin, und bei Arbeiten im Freien während des Winters befinden wir uns wohl in Kleidern, die in der Ruhe uns kaum vor dem Erfrieren schützen würden. Der Einfluß der Bewegung ist sicher schon ein durchaus unmittelbarer; der Armmuskel eines Mannes, welcher Holz sägt, erwärmt sich durch die anhaltenden Contraktionen, die er macht, um mehr als einen Grad über seine gewöhnliche Temperatur, es kann somit nicht in Zweifel gestellt werden, daß die Muskularbewegung an sich schon Wärme erzeugen müsse. Vielleicht ist auch gerade in den Zusammenziehungen des Herzens die Quelle der dort entwickelten Wärme zu suchen. Wenn es überhaupt wahr ist, daß die linke Herzkammer der wärmste Theil des Körpers sei, so ist nicht außer Augen zu lassen, daß das Herz ein in beständiger heftiger Bewegung begriffener Muskel ist, und daß gerade das linke Herz die größte Masse besitzt und die lebhaftesten und kräftigsten Zusammenziehungen ausführt.

Nicht nur durch unmittelbare Erzeugung von Wärme aber wirkt die Bewegung, sondern auch mittelbar durch Anfeuerung aller Funktionen des Körpers. Lebhaftes Springen, Laufen, jede Anstrengung der Muskelkraft überhaupt beschleunigt die Athmung, wirkt dadurch belebend auf die Thätigkeit des Herzens ein, und fördert somit durch Anregung des Kreislaufes den Blutumlauf und den Stoffwechsel. Das Blut kreist schneller durch die Organe, die Metamorphose wird lebhafter, eben weil in schnellem Umschwunge das Blut der in der Ernährung gebildeten Auswurfsstoffe sich mit größerer Raschheit entledigen kann. Das Capillargefäßsystem der Organe ist aber, wie wir schon früher ausgeführt haben, der Sitz der chemischen Prozesse; in dem Gewebe der Organe selbst, das von den vielfachen feinen Röhren der Haargefäße durchzogen ist, geht jener Stoffwechsel vor sich, den wir als Ernährung bezeichnen und dessen Hauptaufgabe

Bildung neuer organiſcher Formelemente und Zurücknahme aller verbrauchter Stoffe iſt. Da, wo der Sitz der chemiſchen Prozeſſe des Körpers iſt, muß aber auch der Heerd ſeiner Wärme ſein; denn die chemiſchen Verbindungen ſind es hauptſächlich, welche Wärme entwickeln. Sonach dürfen wir denn auch dreiſt behaupten, daß der Ernährungsprozeß der Organe es ſei, welcher die Quelle der thieriſchen Wärme liefert, und es liegen Thatſachen in hinreichender Zahl vor, welche beweiſen, daß man ſich die Wärme des menſchlichen Körpers nicht ſo vorſtellen muß, wie von einem einzelnen Punkte ausgehend, ſondern daß vielmehr ſeine Temperatur das Reſultat aller jener kleinen Wärmemengen iſt, welche in jedem Momente des Körpers an allen Punkten ſeiner Theile produzirt werden. Man kann mit dem Thermometer in der Hand nachweiſen, daß entzündete Theile eine höhere Temperatur beſitzen, daß mithin die Empfindung von Hitze, welche bei jeder nur irgend wahren Entzündung ſich einſtellt, nicht nur auf einem ſubjektiven Gefühle der Nerven beruht, ſondern in der That einen objektiven Grund beſitzt. In entzündeten Theilen aber iſt der Stoffwechſel in hohem Grade bethätigt, das Blut kreiſt vielleicht nur ganz im Anfange, ſobald die Entzündung noch auf dem bloßen Stadium der Congeſtion ſtehen bleibt, ſchneller als im normalen Zuſtande. Später ſtockt das Blut völlig in den gelähmten Capillargefäßen, ſein Plasma tritt aus in die umgebenden Theile, und bald entſtehen nun Neubildungen verſchiedener Art, je nachdem der Prozeß der Entzündung mehr zu dieſem oder jenem Ausgange neigt. Während der ganzen Zeit, wo dieſer Prozeß dauert, iſt auch die Temperatur des Theiles bedeutend erhöht, und ſomit eine ſelbſtſtändige Produktion von Wärme einzig durch die im Innern des entzündeten Theiles vorgehenden chemiſchen Metamorphoſen durchaus außer Zweifel geſtellt.

Man darf indeß dieſe erhöhte Wärme, welche ſich nicht nur dem Gefühle des Kranken, ſondern auch dem Thermometer kund giebt, nicht allzu hoch anſchlagen, wenn ſie gleich für den Kranken oft ungemein quälend iſt. Die Empfindung von Wärme

oder Kälte, welche ein Individuum hat, hängt weit mehr von dem Zustande seines Nervensystemes, als von dem wirklichen Temperaturunterschiede ab. Wir werden in einem späteren Briefe sehen, daß die Hautnerven lediglich mit der Vermittelung des Wärmegefühls betraut sind, und daß in Folge krankhafter Zustände in dieser Beziehung große Irrthümer Statt finden können, lehrt die ärztliche Erfahrung. Bei dem Wechselfieber wechseln bekanntlich drei scharf abgeschnittene Stadien regelmäßig mit einander ab. Der Kranke bekömmt einen Frostanfall, gegen den Decken und warme Krüge nicht schützen; dann folgt trockene Hitze, und endlich bricht reichlicher Schweiß aus, der den Anfall endet. Schiebt man ein Thermometer in die Achselhöhle (der geeignetste Ort, um an Erwachsenen Untersuchungen dieser Art anzustellen), so sieht man, den Empfindungen der Kranken gerade entgegengesetzt, das Quecksilber noch vor dem Beginne des Frostanfalles steigen und dies Steigen während des Frostes fortdauern. Gegen das Ende des Schüttelfrostes, wo der Kranke vor Kälte am ganzen Leibe zittert und mit den Zähnen klappert, erreicht der Thermometer seine größte Höhe und zeigt somit statt einer Verminderung eine Vermehrung der inneren Wärme im Froststadium an; im Hitzestadium ist es von dieser Höhe schon wieder herabgesunken, und dieses Sinken dauert fort, bis an dem Ende des Anfalles das Thermometer seine normale Höhe wieder erlangt hat. Man sieht also, daß man wohl unterscheiden muß zwischen dem subjektiven Wärmegefühl, welches beim Individuum auch unabhängig von äußeren Einflüssen in verschiedener Weise entwickelt werden kann, und dem objektiven Wärmegrade, den unsere Instrumente anzeigen. Ein ähnlicher Unterschied ist auch zu machen in den Empfindungen, welche die berührende Hand uns selber mittheilt. Die Aerzte unterscheiden mit vollem Rechte verschiedene Arten von Hitze, die oft auf verschiedene Krankheitsprozesse deuten. Bei manchen Kranken empfindet die aufgelegte Hand eine unangenehme stechende Hitze, bei anderen eine Vermehrung der Temperatur, die aber kein unangenehmes Gefühl erregt, bei noch anderen endlich scheint

die Temperatur kaum verändert. Es iſt möglich, daß das Thermometer bei den drei ſo verſchiedenen Kranken durchaus denſelben Grad der Temperatur angiebt. Die Haut in ihren verſchiedenen Zuſtänden der Spannung und Erſchlaffung, der Blutleere und der Blutfülle hat offenbar eine verſchiedene Leitungsfähigkeit für die Wärme, und hiernach, nicht nach dem wirklichen Wärmegrade, urtheilt unſere fühlende Hand. Man lege ein Stück Eiſen und ein Stück Holz neben einander auf einen geheizten Ofen, bis beide deſſen Temperatur angenommen haben. Man wird das Holz mit der bloßen Hand anfaſſen und bei Seite legen können, während man ſich an dem Eiſen verbrennt, und dennoch wird das Thermometer genau denſelben Wärmegrad für beide anzeigen. Wir fühlen mit unſerer Hand nicht nur den Unterſchied der Temperatur, wir ſind auch empfindlich für die abſolute Menge von Wärme, welche in einer gegebenen Zeit von einem Körper auf uns überſtrömt. Das Eiſen aber, ein guter Leiter, giebt unmittelbar bei der Berührung eine große Wärmemenge ab, die aus dem Holze erſt nach längerer Zeit überſtrömt. Die verſchiedene Wärmeempfindung, welche wir bei der Berührung von Kranken haben, die dem Thermometer doch dieſelbe Wärme anzeigen, beruht ſicherlich auf demſelben Grunde.

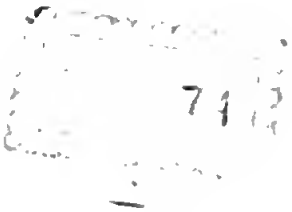
Sollen wir nun unſere Unterſuchungen über die Erzeugung der Wärme im thieriſchen Körper zuſammen faſſen, ſo ſehen wir, daß in dieſer Erzeugung ſelbſt gewiſſermaßen das Reſultat aller verſchiedenen Lebensprozeſſe gegeben iſt, und daß die Wärme ſelbſt eine höchſt veränderliche Größe iſt, zuſammengeſetzt aus einer Menge veränderlicher Faktoren, deren Einzelſummen oft der unmittelbaren Beobachtung ſich entziehen. Nicht nur der Stoffwechſel allein findet ſeinen Ausdruck in dieſer Wärmeerzeugung; auch alle übrigen dem Nervenleben angehörigen Prozeſſe üben mittelbar durch Niederhaltung oder Anfeuerung des Stoffwechſels ihren Einfluß in dieſer Beziehung aus. Es iſt keine leere Phraſe, wenn man ſagt, daß man ſich von begeiſternder Rede erwärmt, von langweiligem Geſchwätze erkältet fühle.

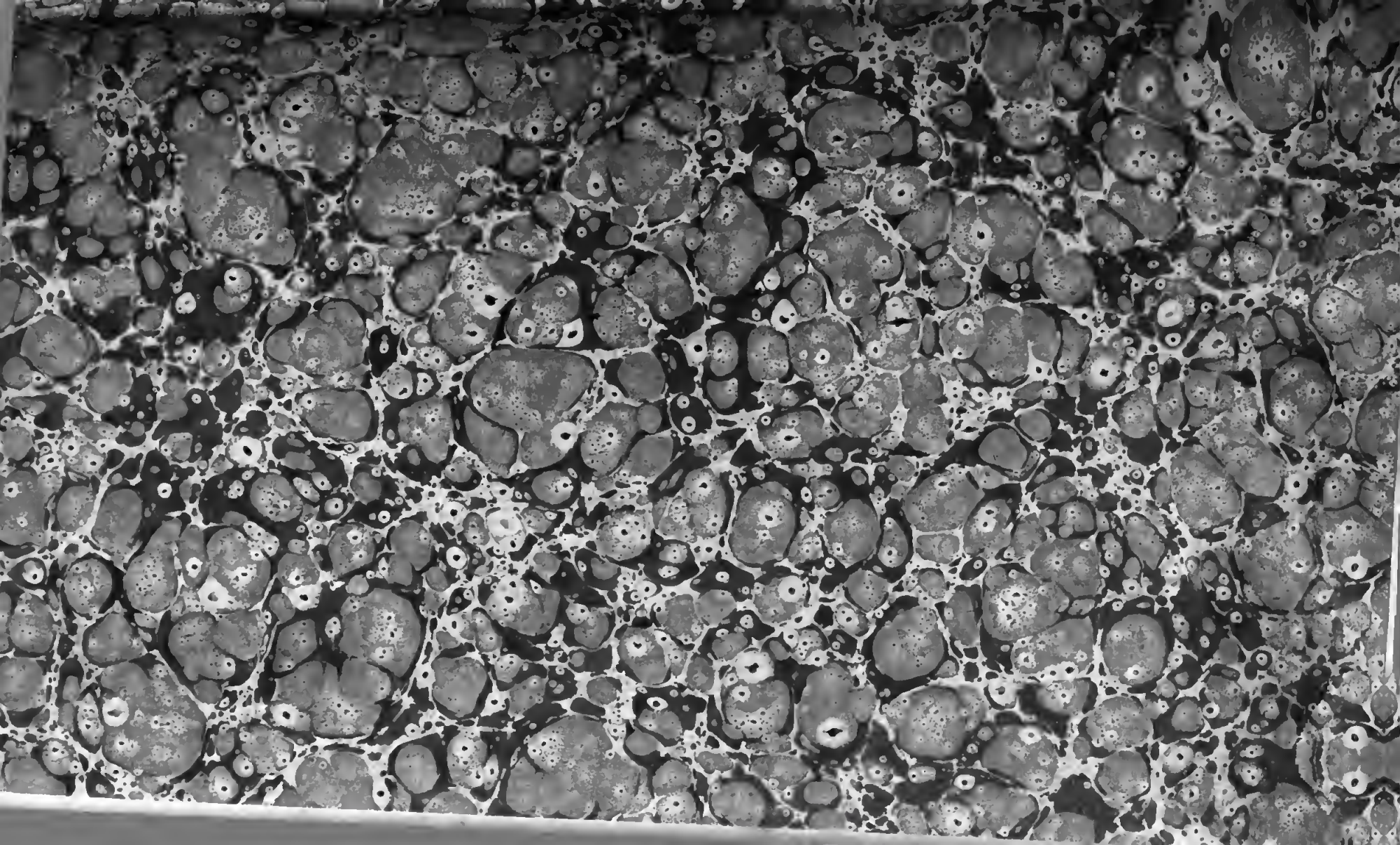
Die Anregung erhöhter Thätigkeit des Gehirnes bedingt schnelleren Stoffwechsel in diesem Organe selbst, schnelleren Blutlauf, erhöhte Thätigkeit in allen Organen des Körpers und damit auch erhöhte Wärme.

Zum Beschlusse dieses Briefes muß ich nun einer Hypothese erwähnen, die noch jetzt in vielen Köpfen spuckt und deren leicht vorauszusehender Tod erst dann erfolgen wird, wenn die hier entwickelten Ansichten durch genaue experimentelle Thatsachen ihre Bestätigung gefunden haben werden. Diese Hypothese besteht einfach darin, daß man den Nerven oder dem unbekannten Räthsel der Lebenskraft die Erzeugung der thierischen Wärme zuschreibt. Wie man ersteren noch eine solche Funktion ertheilen könne, ist mir unbegreiflich. Ein Glied, an welchem man die Nerven durchschnitten hat, behält darum nichts desto weniger so lange seine normale Temperatur bei, als die Ernährung nicht unter der Lähmung leidet. Den Effekt des Sinkens der Temperatur in diesem Falle aber den Nerven zuschreiben zu wollen, ist durchaus unthunlich. Es ist bekannt, daß Glieder, deren Bewegung aus einem oder dem anderen Grunde lange Zeit nicht geübt wurde, in ihrer Ernährung abnehmen und magerer werden; bei Beinbrüchen kann man alltäglich die Erfahrung machen, daß auch das gesunde Bein während des langen Liegens im Bett bedeutend abgemagert ist. Bei Klumpfüßen, wo durch die Difformität des Fußes die Wadenmuskeln ganz außer Thätigkeit kommen, schrumpfen diese ein, ohne daß nur die Nerven im mindesten krankhaft affizirt wären, und die Ernährung nimmt so ab, daß die Kranken beständig Kälte an dem unförmigen Fuße empfinden. Der gleiche Fall tritt bei Lähmungen und Durchschneidungen der Nerven ein, das geringe Sinken in der Temperatur des betreffenden Theiles, das meist erst nach Monate langer Aufhebung des Nerveneinflusses eintritt, kann nur dem Leiden der Ernährung im Ganzen zugeschrieben werden. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur vergleichende Versuche an Thieren anzustellen, indem man bei dem einen die Blutgefäße der Extremitäten unterbindet, bei dem andern die

Nerven durchſchneidet. In dem Fuße, wo man die Circulation des Blutes unmöglich gemacht hat, kann man die Abnahme der Temperatur von Stunde zu Stunde mit dem Thermometer in der Hand konſtatiren; da wo der Nerveneinfluß aufgehoben wurde, iſt keine ſolche Abnahme bemerklich.

Die Lebenskraft endlich gehört zu der Zahl jener Hinterthüren, deren man ſo manche in der Wiſſenſchaft beſitzt und die ſtets der Zufluchtsort müſſiger Geiſter ſein werden, welche ſich die Mühe nicht nehmen mögen, etwas ihnen Unbegreifliches zu erforſchen, ſondern ſich begnügen, das ſcheinbare Wunder anzuſtaunen. — Die Medizin iſt beſonders erfinderiſch in dieſer Beziehung. Guter Gott! was ſollte aus der Praxis werden, wenn wir nicht den Rheumatismus, die Hypochondrie und Hyſterie hätten; drei jener Rumpelkammern, in welche wir alles werfen, von dem wir nichts Genaueres wiſſen. Als man die Elektrizität noch nicht kannte, hielt man den Donner für eine übernatürliche Erſcheinung, je weiter man aber in der Kenntniß der Natur fortſchritt, deſto mehr ſchwand das Geheimnißvolle. Ein gleiches Verhältniß haben wir in der Phyſiologie; die Lebenskraft iſt jenes unbekannte X, das überall im Hintergrunde ſteht, das ſtets ausweicht, wo man es faſſen will, und deſſen Reich um ſo weiter zurückgedrängt wird, je weiter voran die Wiſſenſchaft ihre Fackel trägt. Noch zu Anfange unſeres Jahrhunderts gab es keine Funktion des Körpers, worin nicht dies unbekannte Element der Lebenskraft eine bedeutende Rolle geſpielt hätte, die Berufung auf ſie zur Erklärung einer vorliegenden Thatſache hat jetzt ſchon keinen wiſſenſchaftlichen Werth mehr, ſie iſt nur eine Umſchreibung der Unwiſſenheit.





B.12.3.26